637
N. M

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(**Procès-Verbaux** des Séances et **Mémoires**)

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

(**Procès-Verbaux** des Séances et **Mémoires**)

TOME **X**

ANNÉE 1896

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

1897-1899

LIBRARY OF CONGRESS.
JUL 19 1900
SMITHSONIAN DEPOSIT.

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

TOME X

ANNÉE 1896

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

Composition du Bureau et du Conseil

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

POUR L'EXERCICE 1896

Président :

L. Dollo.

Vice-Présidents :

E. Cuvelier, A. Hankar, V. Jacques, Ch. Lahaye.

Secrétaire :

E. Van den Broeck.

Trésorier :
Th. Gilbert.

Bibliothécaire :
I. Nizet.

Délégués du Conseil :

G. Jottrand, A. Rutot, X. Stainier, J. Willems.

Membres du Conseil :

F. Béclard, E. Dupont, J. Hans, A. Houzeau, Ch. Puttemans, Cl. Van Bogaert.

Bureau de la Section d'Applications géologiques (Hydrologie, etc.)

Président :

G. Jottrand.

Vice-Présidents :

Ch. Lahaye, A. Lancaster, E. Putzeys, Th. Verstraeten.

Secrétaire :

M. A. Rutot.

Adresse pour la correspondance et les envois de publications :

au **SECRÉTARIAT**, chez M. **Ernest Van den Broeck**, 39, PLACE DE L'INDUSTRIE, A BRUXELLES

Adresse pour les mandats-postaux et envois de cotisations :

à l'**ÉCONOMAT**, chez M. le Dr **Th. Gilbert**, 26, AVENUE LOUISE, A BRUXELLES.

Smithsonian Institution
JUL 30 1900
National Museum

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

A

BRUXELLES

Tome X. — Année 1896

SÉANCE MENSUELLE DU 28 JANVIER 1896

Présidence de M. **L. Dollo.**

La séance est ouverte à 8 h. 30.

Correspondance.

MM. *Traquair* et *Wodward* remercient pour leur nomination de membre honoraire, M. *Boule,* pour sa nomination de membre associé étranger et MM. *Lahaye*, *Putzeys* et *Verstraeten* pour leur nomination de vice-présidents de la section d'hydrologie.

M. *Dupont* remercie pour sa nomination de membre du Conseil; il regrette toutefois que l'état de sa santé l'empêchera sans doute de prendre une part bien active aux délibérations de la Société.

M. *Barrois* annonce que le portrait que l'on a décidé d'offrir à M. *Gosselet* à l'occasion de sa promotion au rang d'officier de la Légion d'honneur est terminé.

La remise de cette œuvre à M. le prof. *Gosselet* a eu lieu le 8 de ce

mois au siège de la Société Géologique du Nord (rue Brûle-Maison, 159, à Lille). A cette occasion, M. *E. Van den Broeck*, au nom de la Société, a prononcé les paroles suivantes :

Cher et vénéré Maître,

Messieurs et chers camarades,

Au nom de la Société belge de Géologie, souscripteur reconnaissant à ce beau portrait, au nom de mes amis de Bruxelles et de Belgique souscripteurs également, je m'associe de tout cœur aux paroles cordiales qui viennent d'être prononcées.

C'est pour notre jeune Société, sœur cadette de la Société géologique du Nord, un doux et pieux devoir que de se joindre, chaque fois que l'occasion nous en est offerte, à nos amis de Lille et du Nord pour nous associer aux manifestations qui viennent embellir le glorieux automne de notre vénéré Maître à tous.

Notre maître oui! et nous le revendiquons hautement comme tel, car bien que privés de son précieux enseignement officiel, nous avons pu nous inspirer en Belgique, grâce à de nombreux contacts de bon voisinage et d'excursions en commun, de ses vues, de sa méthode et de la merveilleuse clarté apportée à l'étude géologique approfondie des plus importants et des plus typiques de nos terrains belges.

L'œuvre magistrale en son imposante synthèse, le véritable Standard scientifique qu'est « *L'Ardenne* » en fait foi !

C'est aussi à l'ancien et honoré Président de la Société belge de Géologie que je m'adresse pour lui apporter nos vœux et nos félicitations les plus affectueusement sympathiques et dévoués.

Honneur à vous, cher et vénéré Maître, flambeau scientifique qui brillez au premier rang et répandez la lumière sur nos deux contrées sœurs ; recevez notre hommage admiratif et dévoué.

Suite de la correspondance.

M. *Gosselet* remercie M. *Van den Broeck* des paroles aimables qu'il lui a adressées au nom de la Société lors de la manifestation du 8 écoulé.

La *Société scientifique de Bruxelles* fait connaître qu'elle a repris la gestion de la *Revue des questions scientifiques* et elle demande que tout ce qui concerne cette revue soit adressé à ses bureaux, 11, rue des Récollets, à Louvain.

M. le *Ministre de l'Agriculture* envoie une série de documents se rapportant aux matériaux de construction de la province de Namur.

L'*Université de Syracuse* annonce qu'elle vient de créer une section de Géologie.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

2112 **Barrat (H.).** *Sur la géologie du Congo français.* Extr. in-8°, 132 pages, 3 pl., Paris 1895.

2112bis **Bonneau (J.).** *Compte rendu d'une excursion géologique faite en Auvergne les 23, 24 et 25 mars 1890.* Broch. in-8°, 14 pages. Clermont-Ferrand, 1890.

2113 **Boule (M.)** *Nouvelles observations sur les puits préhistoriques d'extraction du silex de Mur-de-Barrez (Aveyron).* Extr. in-8°, 17 pages. Paris, 1887.

2114 — *Constitution géologique des environs du Puy.* Extr. in-8°, 13 pages. Paris 1889.

2115 — *Extrait de paléontologie stratigraphique de l'Homme.* Extr. in-8°, 102 pages. Paris, 1889.

2116 — *Le Canis megamastoïdes du Pliocène moyen de Perrier.* Extr. in-8°, 10 pages, 1 pl. Paris, 1889.

2117 — *Les éruptions basaltiques de la vallée de l'Allier.* Extr. in-4°, 3 pages. Paris, 1890.

2118 — *Observations sur les tufs et brèches basaltiques de l'Auvergne et du Velay.* Extr. in-8°, 12 pages. Paris, 1890.

2119 — *Les grands animaux fossiles de l'Amérique.* Extr. in-8°, 45 pages. Paris, 1891.

2120 — *Description géologique du Velay.* Extr. in-8°, 256 pages et 11 pl. Paris, 1892.

2121 — *Une excursion dans le Quaternaire du Nord de la France.* Extr. in-8°, 5 pages. Paris, 1892.

2122 — *Notes sur le remplissage des cavernes.* Extr. in-8°, 18 pages, Paris, 1892.

2123 — *Sur des débris d'Arthropleura.* Extr. in-4°, 22 pages et 2 pl. Saint-Étienne, 1893.

2124 — *Une excursion géologique dans les Montagnes Rocheuses.* Extr. in-8°, 16 pages. Paris, 1893.

2125 — *La station quaternaire de Schweizersbild, près de Schaffouse (Suisse) et les fouilles du Dr Nüesch.* Extr. in-8°, 25 pages et 4 pl. Paris, 1893.

2126 — *Programme explicatif des excursions dans le Velay.* Extr. in-8°, 23 pages. Paris, 1893.

2127 — *Comptes rendus des excursions dans le Velay.* Extr. in-8°, 120 pages et 7 pl. Paris, 1894.

2128 — *Conférence de Paléontologie faite aux voyageurs. Muséum d'histoire naturelle.* Extr. in-4°, 10 pages. Paris, 1894.

2129 — *Découverte de débris gigantesques d'éléphants fossiles, faite par M. Le Blanc, dans la ballastière de Tilloux (Charente).* Extr. in-4°, 3 pages. Paris, 1895.

2130 — *Les Glaciers pliocènes et quaternaires de l'Auvergne.* Extr. in-4°, 3 pages. Paris, 1895.

2131 — *La Ballastière de Tilloux, près de Gensac-la-Pallue (Charente).* Extr. in-8°, 16 pages. Paris, 1895.

2132 — *Le Massif central de la France.* Extr. in-8°, 10 pages avec une carte. Paris, 1895.

2133 — *Notice sur Jean-Baptiste Rames.* Extr. in-8°, 10 pages avec un portrait. Paris, 1895.

2134 — *Note sur les fossiles rapportés de Madagascar par M. E. Gautier.* Extr. in-8°, 7 pages. Paris, 1895.

2135 — *L'homme paléolithique dans l'Amérique du Nord.* Extr. in-8°, 4 pages. Paris.

2136 — *Description de l'Hyaena brevirostris du Pliocène de Sainzelles près le Puy (Haute-Loire).* Extr. in-8°, 13 pages et 1 pl. Paris.

2137 — *La Caverne de Malarnaud, près Montseron (Ariège).* Extr. in-8°, 8 pages. Paris.

2138 — *Note sur des restes de Glouton et de Lion fossile de la caverne de L'Herm (Ariège).* Extr. in-8°, 7 pages. Paris.

2139 **Boule** (**M.**) et **Glangeaud** (**P.**). *Le Callibrachion Gaudryi.* Extr. in-8°, 7 pages et 1 pl. Autun, 1893.

2140 **Brögger** (Dr **W.-C.**). *Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes* II. *Die Eruptionsfolge der tradischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtyrol.* Extr. in-8°, 183 pages. Kristiania, 1895.

2141 **Cartailhac** (**E.**) et **Boule** (**M.**). *La Grotte de Reilhac (Causses du Lot).* 1 vol. in-4°, 69 pages. Lyon, 1889.

2142 **Credner** (**H.**). *Die phosphoritknollen der Leipziger Mitteloligocän.* Broch. gd in-8°.

2143 **Dawson** (**W.**). *On collections of tertiary Plants from the vicinity of the City of Vancouver.* Extr. in-8°, 16 pages et 5 pl. Toronto, 1895.

2144 **Gaudry** (**A.**) et **Boule** (**M.**) *Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires, 4e fascicule.* In-4°, 26 pages et 4 pl. Paris, 1892.

2145 **Heim (A.).** *Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895.* Extr. in-4°, 63 pages et 3 pl. Zurich, 1895.

Extraits des publications de la Société :

2146 **Béclard (F.).** *Les Spirifères du Coblenzien belge.* 2 exemplaires.
2147 **Rutot (A.).** *Essai de synchronisme des couches maastrichtiennes et sénoniennes de Belgique, du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle.* 2 exemplaires.

Périodique nouveau :

2148 **Spelunca.** *Bulletin de la Société de Spéléologie.* Paris, nos 1, 2, 3.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

MM. J. DELHAYE, employé à la Caisse d'Épargne, à Bruxelles.
J. GEVERS, au château de Missembourg, par Edeghen.
V. GIULIANI, 39, Fontanka, à Saint-Pétersbourg.
Dr HARMER, Oakland House, Cringleford, près Norwich.
PAQUET, 92, chaussée de Forest, à Bruxelles.
VANDENPERRE, directeur-gérant des brasseries Artois, à Louvain.
P. VAN YSENDYCK, ingénieur, 102, rue Berckmans, à Bruxelles.
WIENER, étudiant, 71, rue de la Loi, à Bruxelles.

Communications des membres.

1° E. VAN DEN BROECK. — **Les « détonations mystérieuses » et la prévision des coups de grisou.**

Dans la séance du 26 novembre 1895 de la Société belge de Géologie, M. *E. Van den Broeck* avait attiré l'attention de ses collègues sur les curieux résultats d'une enquête préliminaire qu'il a publiée dans la revue météorologique *Ciel et Terre*.

Cette enquête avait pour but de réunir les observations que diverses personnes avaient faites au sujet de bruits souvent entendus, notamment pendant les jours chauds et calmes de l'été, tout le long du littoral de la mer du Nord et également dans d'autres régions, relativement nombreuses, où ont été faites des observations acoustiques de même genre.

S'il s'agit en réalité de la répercussion lointaine de tirs d'artillerie — ce que croient quelques personnes n'admettant pas qu'un phénomène naturel puisse être la cause initiale de ces bruits ou détonations, appelés *Mistpoeffers* sur nos côtes — alors il faudrait admettre que l'aire de propagation des détonations d'artillerie devient tellement considérable lorsque se présentent certaines conditions atmosphériques, que le phénomène n'en resterait pas moins très intéressant comme enseignement sur les lois encore peu connues de l'*acoustique atmosphérique*. Mais si, comme le croient la plupart des observateurs, il s'agit ici d'un *phénomène naturel* produisant ces sons, il semble difficile d'y voir autre chose qu'une rupture d'équilibre de conditions atmosphériques déterminées, ou bien la transformation en ondes sonores d'une vibration de l'écorce terrestre.

Bien que ces deux hypothèses soient également défendables, M. Van den Broeck est plutôt disposé à se rallier à la seconde. Il rappelle les bruits analogues accompagnant les tremblements de terre et qui, dans certaines contrées sujettes à des secousses sismiques, se sont déjà fait entendre sans qu'il y ait eu de secousses proprement dites.

La mer du Nord a été signalée comme présentant un centre d'agitation sismique qui peut-être pourrait se trouver en connexion avec certaines vibrations, insuffisantes pour produire des secousses appréciables à l'organisme humain, mais aptes à se transformer en ondes sonores et à devenir ainsi l'origine des mistpoeffers; manifestations audibles seulement lorsque se présentent des conditions déterminées de facile transmission lointaine d'ondes sonores.

Cette origine sismique constitue une simple hypothèse, qui réclame une étude pouvant devenir fructueuse. Un lien *indirect*, mais cependant intéressant, pourrait éventuellement relier ces recherches à la prévision des coups de grisou. Non pas qu'il puisse être question d'utiliser l'audition des mistpoeffers — s'il est démontré qu'ils ont une origine sismique — à la prévision des dégagements grisouteux; mais s'il devait se confirmer que l'étude des microsismes constitue une voie rationnelle pour la recherche des conditions du dégagement grisouteux, le phénomène du mistpoeffer, en tant que résultant d'une vibration terrestre, pourrait peut-être ne pas être négligé comme élément d'étude dans la question. Toutefois il ne faut pas perdre de vue, en acceptant la possibilité d'une telle hypothèse, que *seules* les vibrations terrestres qui se produiraient par des conditions atmosphériques spéciales et bien définies, seraient dénoncées par le phénomène acoustique de leur transformation en ondes sonores, ou mistpoeffers.

Quelque hardies et prématurées que paraîtront peut-être ces considérations, M. *Van den Broeck* croit utile de les exposer sommairement ne fût-ce que pour les soumettre à des débats contradictoires hâtant la mise en lumière de la vérité. En terminant sa communication, l'auteur attire l'attention sur le tremblement de terre survenu il y a 8 jours en Alsace et signale qu'aujourd'hui même — le télégraphe nous l'apprend à l'instant — a eu lieu une explosion de grisou survenue à Cardiff et qui a fait de nombreuses victimes. Ce serait une nouvelle preuve du bien fondé de la *loi de Forel* au sujet de la corrélation des deux ordres de phénomènes.

2° M. *le Président* donne ensuite lecture du travail ci-après de M. *Gustave Dollfus :*

EXTENSION PROBABLE DES MERS

PENDANT L'ÉPOQUE DU TERTIAIRE SUPÉRIEUR

dans l'Ouest de l'Europe.

Communication faite par M. **Gustave Dollfus** *au Congrès de l'Association britannique à Ipswich, le 16 septembre 1895, et reproduite dans le « Geological Magazine » du 1er octobre.*

Si nous prenons en considération la position et la nature de tous les îlots d'âge tertiaire supérieur, nous sommes conduits aux conclusions suivantes sur l'extension des mers néogènes dans l'Ouest de l'Europe.

Pendant l'époque miocène, l'Angleterre a été unie à la France et nous avons la preuve de l'existence de deux mers distinctes dans l'Ouest de l'Europe : l'une, à l'Est, s'étendait sur une partie de la Belgique (système bolderien), de la Hollande et du Nord de l'Allemagne, et probablement cette mer n'était pas fort éloignée de la côte Est de l'Angleterre. L'autre mer, à l'Ouest, ou ancienne mer Atlantique, s'étendait au large de l'Irlande et pénétrait en France par divers golfes, comme dans quelques régions du Cotentin, de la Bretagne, de la vallée de la Loire, dans la baie de la Gironde ; mais il n'y avait aucune voie de communication avec le bassin de la Méditerranée traversant la France.

Dans le Sud de l'Espagne, il n'y a pas de dépôts miocènes et en Portugal les lits miocènes sont purement littoraux. La communication avec la mer Méditerranée avait lieu certainement par la vallée du Guadalquivir. Le détroit de Gibraltar n'occupait pas exactement sa place actuelle. Et il ne faut pas oublier que la faune de ces côtes du

miocène atlantique était chaude et très semblable à celle encore vivante au Sénégal et sur la côte de Guinée.

Nous pouvons diviser l'époque pliocène en trois périodes, mais la situation des mers n'a pas beaucoup varié. L'Angleterre était toujours en communication continentale directe avec la France, le détroit du Pas-de-Calais n'était pas ouvert.

Tous les dépôts pliocènes de la Belgique, du Nord de la France, de l'Angleterre, même les couches de Lenham sont sur le versant de la mer du Nord-Est ; nous trouvons tous ces témoins sur le côté Nord du grand axe anticlinal de l'Artois, du Boulonnais et du Weald. La faune est différente de celle du Miocène et plus froide, elle devient même de plus en plus boréale, froide pendant l'avancement des temps pliocènes.

A l'Ouest, du côté de l'Atlantique, nous avons encore de petits golfes amenant la mer jusque dans les terres, mais ils sont moins nombreux que pendant le Miocène et ils ne pénètrent pas aussi avant. Les dépôts du Cornwall, ceux du Cotentin, de la Bretagne sont très limités ; le bassin de la Gironde ne contient aucune trace de dépôts pliocènes, et nous n'avons aucune formation marine aussi récente aux pieds des Pyrénées.

Dans le Nord de l'Espagne il n'y a aucune trace de lits pliocènes, toute cette partie du continent paraît avoir été alors sensiblement plus élevée et la mer Atlantique assez distante. Tous les sables portugais, pliocènes, récemment découverts, sont littoraux et seulement sur le côté de l'Algarve et du Sud de l'Espagne, nous trouvons la preuve d'un golfe dirigé vers la Méditerranée. Le détroit de Gibraltar n'a pas toujours été à la même place pendant la période pliocène ; au commencement, suivant toute probabilité, la vallée du Guadalquivir et la plaine de Murcie continuèrent à former le détroit, mais plus tard le rocher de Gibraltar fut séparé de l'Afrique et une nouvelle route fut ouverte ; ce détroit fut certainement plus profond que le précédent et au moins aussi creux que le détroit actuel ; par cette dépression la faune froide des profondeurs de l'Atlantique pénétra dans la mer Méditerranée, aussi loin que la Sicile et l'Italie, en amenant la *Cyprina Islandica*.

La géologie du Maroc est presque inconnue, mais nous avons beaucoup de détails sur l'Algérie ; nous avons là de vastes dépôts miocènes relevés à une grande altitude tout le long de la chaîne de l'Atlas, et, un peu plus bas, une longue bande de lits pliocènes d'origine marine et continentale.

Les dépôts quaternaires, également littoraux et continentaux, se

poursuivent le long de la côte actuelle, montrant bien la limite Sud de l'étendue méditerranéenne pendant tout le Néogène.

En résumé, la mer de la Manche a été récemment ouverte et aucune mer n'occupait auparavant cette place. Aucune mer n'a traversé la France ou l'Espagne centrale pendant le Néogène et nous sommes obligés de chercher une issue à la mer de l'Est, pendant le Miocène, par la route de l'Allemagne, la Galicie et le Sud de la Russie, ou bien par le Nord de l'Écosse.

Pendant l'existence du Pliocène il n'y avait pas d'autre communication pour les mers du Crag que par le Nord ; car les issues à l'Est, au Sud et à l'Ouest étaient sans aucun doute fermées par des terres.

La séance est levée à 11 heures.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Explosion de grisou et tremblement de terre. — A titre de simple document paraissant montrer une nouvelle et lamentable application de *la loi de Forel* (1), nous reproduisons ci-après les extraits suivants de deux journaux alsaciens fournissant quelques détails sur le tremblement de terre du 21 janvier, survenu en Alsace-Lorraine, et suivi une semaine plus tard d'une forte explosion grisouteuse, à Cardiff, en Angleterre.

L'*Express*, de Mulhouse, donne les détails suivants sur le tremblement de terre du 21 janvier en Alsace-Lorraine :

« A Mulhouse aussi, le tremblement de terre s'est manifesté par une secousse assez violente, que plusieurs personnes, entre autres M. Klug, professeur au collège, nous affirment avoir perçue un peu avant une heure du matin. L'oscillation allait de l'Est à l'Ouest.

» A Fellingen, quelques habitants, frappés de terreur en sentant leur lit avoir des velléités d'entreprendre une sarabande, se sont hâtés d'en sortir.

» Le tremblement de terre n'a occasionné de dégâts nulle part.

» On se souviendra peut-être que Falb avait prédit pour le 21 un jour critique de premier ordre. »

Un des correspondants de Colmar du dit journal lui écrit :

« Nous sommes en mesure de donner aujourd'hui quelques renseignements sur le tremblement de terre qui a été ressenti ici dans la nuit de mardi à mercredi dernier et auquel nous ne voulions pas croire tout d'abord. Il semble avoir été remarqué principalement dans les quartiers nord de la ville. Un monsieur, qui était encore en train de lire à une heure du matin, a cru prudent d'éteindre sa lampe à pétrole, voyant le moment où elle allait verser. Sa femme, qui était couchée, s'est levée tout effrayée, tellement la commotion a été violente. Dans une autre maison, on a constaté

(1) Redoublez de précautions contre le grisou dans les jours qui suivent un grand tremblement de terre dont l'aire sismique s'est étendue jusqu'au territoire de votre mine. (C.-R. Acad. Sciences. Paris, t. 104, 1887, 1er sem., n° 12. Séance du 21 mars 1887, pp. 833-835.)

le lendemain matin que la pendule s'était arrêtée à une heure dix du matin, sans doute par suite du choc. »

Le *Journal d'Alsace* donne, de son côté, les détails suivants qu'un de ses correspondants des environs de Strasbourg lui écrit :

« C'est dix minutes avant une heure du matin que la secousse du tremblement de terre a été perçue. Un léger frôlement des tableaux sur le papier du mur a précédé le phénomène, puis on a entendu un bruit comme d'un corps lourd qui tombe accompagné de mouvement. Une secousse s'est produite, suivie de nouveau par un frôlement léger sur la tapisserie. C'est un tremblement de terre ou une explosion lointaine, me suis-je dit au moment même. Le lendemain, j'en ai parlé à deux personnes qui ont observé le même phénomène. »

On écrit de Benfeld :

« Dans la nuit de mardi à mercredi, entre une heure et une heure cinq du matin, nous avons éprouvé une violente secousse de tremblement de terre.

» A Ehl, à deux kilomètres de Benfeld, un malade qui était parfaitement réveillé a été vigoureusement secoué dans son lit pendant que les tableaux suspendus aux murs dansaient une sarabande. La garde qui le veillait a été forcée de se cramponner aux bras de son fauteuil pour ne pas être jetée à terre.

» Là, comme à Benfeld, la secousse a été unique et suivie d'un bruit sourd, comme celui que fait un bloc très lourd tombant à terre d'une certaine hauteur. »

Voici maintenant une dépêche arrivée ce matin même (28 janvier) de Cardiff :

Les victimes du grisou. — *80 morts.* — On mande de Cardiff : Une explosion s'est produite, ce matin, dans une houillère de Tilorstor. 80 mineurs ont été ensevelis. Le nombre des victimes est inconnu. On croit que tous ont péri.

Sur quelques anomalies de la température des sources, d'après M. Martel.

M. Martel avait déjà établi qu'on ne peut considérer la température des cavités souterraines naturelles et de leurs eaux comme universellement égale à la température moyenne annuelle du lieu. Une campagne faite en Irlande et en Angleterre et confirmant des observations déjà recueillies dans le Jura, lui a montré que la même restriction s'étend aux *sources* dont la température ne correspond nullement à la moyenne annuelle du lieu. Voici l'explication que fournit M. Martel de cette anomalie :

La source de *Marble-Arch* en Irlande, près d'Ennis Killen, marque 11°8 C, le 16 juillet 1895, soit 3°,3 C de plus que la moyenne annuelle du lieu ; cela tient à ce que ses eaux sont la réapparition d'une rivière engloutie à 1 kilomètres en amont ; or cette rivière a coulé pendant 6 kilomètres à l'air libre, où elle est née, longueur suffisante pour s'assimiler la température extérieure (14°5 à la perte le même jour) et elle ne s'est pas enfouie assez longtemps pour que cette température s'abaisse, en été du moins, jusqu'à celle des couches du terrain qui ne subissent point l'influence des variations extérieures.

M. Martel confirme cette théorie par quelques autres exemples.

Il est certain qu'en hiver un renversement complet se produirait dans les différences de ces températures, l'eau venant des parties découvertes glacées devant se trouver plus froide que celle des suintements. Ainsi, non seulement il faut amender un peu ce principe que « les sources (non thermales, bien entendu) fournissent, en général, une bonne indication de la température moyenne du lieu où elles émergent », mais

encore la conclusion pratique suivante peut être tirée, semble-t-il, des observations qui précèdent : Si la température d'une source paraît inférieure en hiver, et supérieure en été à la moyenne température annuelle du lieu, c'est qu'elle n'est pas intégralement formée sous terre ; c'est qu'elle provient, en grande partie du moins, d'un ou plusieurs ruisseaux aériens, assez longtemps exposés aux variations superficielles et trop brièvement enfouis en terre pour y équilibrer leur degré thermique. Une telle indication serait précieuse, en mainte occasion, pour bien déterminer la correspondance entre une source et une rivière perdue en amont, et par conséquent pour sauvegarder la source contre toutes causes de contamination du cours d'eau transmissibles à la perte même.

(Extrait des *C. R. Acad. Sc. Paris* du 13 janvier 1896.)

Sur le gouffre de Gaping-Ghyll (Angleterre), par M. Martel.

Les calcaires carbonifères du massif d'Ingleborough (alt. 724 mètres) dans le comté d'York, sont percés de nombreux puits naturels, appelés *Pot-Holes* ou *Swallow-holes (avaleurs)*. Presque tous ces trous absorbent *en toute saison* des ruisseaux nés sur les hauteurs et ayant coulé quelque temps à la surface du sol ; ils diffèrent en cela de la plupart des *avens* des Causses et des *Jamas* du Karst, qui ne recueillent plus d'eau de ruissellement qu'après de grandes chutes de pluies ou de neiges.

Les deux principaux Pot-holes d'Ingleborough sont *Allum-Pot* et *Gaping-Ghyll*, qui engloutit le gros ruisseau de *Fell-Beck*. Le premier, profond de 90 mètres (dont 60 à pic) a été visité, dès 1847, par MM. Birkbeck et Metcalfe. Du second (alt. 400 mètres), personne n'avait pu atteindre le fond jusqu'à présent ; le professeur Hughes l'avait seulement sondé en 1872 et avait trouvé 100 mètres à pic.

Le 1er août 1895, grâce à l'obligeant concours de M. Farrer, qui avait fait en partie détourner le Fell-Beck, j'ai pu effectuer la première descente de Gaping-Ghyll, et constater que ce gouffre est surtout un abîme d'érosion, formé de haut en bas par l'élargissement d'une diaclase. La cascade verticale de 100 mètres qui y tombe d'un seul jet et dont le volume est énorme après les orages et la fonte des neiges, prouve sans discussion possible, et tranchant une longue controverse, que les *cheminées* naturelles de pareille forme ont dû avoir une origine identique, même quand elles se présentent à nous désséchées et plus profondes, telles que celles de Rabanel dans l'Hérault et de Jean-Nouveau en Vaucluse. Gaping-Ghyll est un aven qui n'a cessé de fonctionner en tant que puits d'absorption pérenne.

A 70 mètres de profondeur, son grand conduit, de 4 à 8 mètres de diamètre, débouche dans la voûte d'une immense salle souterraine, longue de 150 mètres, large de 20 à 35 mètres, haute de 25 à 35 mètres ; le sol (alt. 300 mètres) formé de graviers et de galets roulés, est remarquablement plat et d'une surface d'environ 4000 m.q. C'est le travail des eaux, arrêtées dans leur descente par le substratum imperméable des ardoises siluriennes, qui, aux dépens des joints de stratification et des diaclases, a excavé ce grand réservoir, d'environ 100.000 m. c. de capacité. A ses deux extrémités, la caverne est obstruée par un éboulis de strates détachées de la voûte, récemment sans doute, car les blocs ont conservé leurs arêtes vives. Je ne saurais dire si l'on se trouve ici dans une simple expansion du gouffre ou dans une portion agrandie d'un lit de rivière souterraine, passant sous l'abîme. Pour élucider cette question, il faudra, par déblaiement, rechercher si la grotte se prolonge en arrière des éboulis.

Actuellement les eaux du Fell-Beck, englouties dans Gaping-Ghyll, s'infiltrent à travers son fond de gravier, mais j'ai distinctement perçu, par les interstices du Sud-Est, le bruit du ruisseau souterrain qu'elles forment. On a toujours cru, et il est bien certain, que ce ruisseau ressort 45 mètres plus bas et 1600 mètres plus loin (à vol d'oiseau) par la grotte d'Ingleborough (alt. 255 mètres). Depuis 1839, on a pénétré de 642 mètres dans la galerie courbe qui forme cette grotte et l'on a été arrêté par l'abaissement des voûtes à fleur d'eau ; le ruisseau souterrain reste inconnu sur 1160 mètres de distance à vol d'oiseau.

Pratiquement, l'exploration de Gaping-Ghyll confirme bien cette conclusion générale de toutes mes recherches précédentes que dans les terrains fissurés, les eaux souterraines sont absorbées par les abîmes, emmagasinées dans les cavernes, et restituées par les sources.

Théoriquement les nombreux *swallow-holes* d'Ingleborourgh montrent qu'une des principales causes de la formation des puits naturels, l'absorption des eaux superficielles, subsiste d'une manière générale et *actuellement* en Angleterre, et que sa disparition presque absolue dans les régions calcaires moins septentrionales de la France et de l'Autriche peut fort bien ne pas remonter à une époque géologique éloignée.

Deux circonstances paraissent l'avoir maintenue dans le Yorkshire (ainsi qu'en Irlande d'ailleurs) : D'abord l'abondance de la précipitation atsmosphérique [50 à 75 pouces anglais, soit $1^{m}.27$ à $1^{m}.90$], ensuite la conservation du manteau de tourbes, qui revêt les pentes fissurées ; ainsi en effet, les plus larges méats de la roche, les vrais gouffres, sont seuls ouverts pour engloutir les pluies ; les plus petites crevasses sont bouchées par le feutre imperméable des tourbières ; et quel que soit le nombre des swallow-holes, ils ne se trouvent pas, à la différence de menues leptoclases, suffisamment rapprochés les uns des autres pour faire disparaître toute l'eau du ciel au fur et à mesure de sa chute.

Il résulte enfin de ces constatations matérielles qu'un reboisement intense, en reconstituant peu à peu le sol végétal, et en oblitérant de nouveau toutes les fissures d'absorption exiguës, serait parfaitement capable, avec l'aide du temps, de régénérer les eaux courantes sur les plateaux calcaires, aujourd'hui si secs, du midi de la France.

(*C. R. Acad. des Sc. Paris*, 6 janv. 1896.)

SÉANCE MENSUELLE DU 25 FÉVRIER 1896

Présidence de M. **L. Dollo.**

La séance est ouverte à 8 h. 45.

M. le *Président* annonce que, le 3 mars prochain, une conférence sera donnée par M. *Kemna* sur « l'*Œuvre zoologique de P. J. van Beneden.*

Correspondance.

M. le *Général Hennequin*, directeur de l'Institut cartographique militaire, envoie un exemplaire des douze feuilles formant la 4e livraison de l'édition en couleurs de la Carte topographique de la Belgique à l'échelle du 40.000e *(Remerciements).*

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

2149 **Choffat** (**P.**). *Coup d'œil sur la Géologie de la province d'Angola.* Extr. in-8°, 9 pages, 1895.

2150 — *Nouvelles études sur la Géologie du bassin du Congo.* Extr. in-8°, 6 pages. Porto, 1895.

2151 — *Promenade au Gerez. Souvenir de Géologue.* Extr. in-8°, 18 pages. Lisbonne, 1895.

2152 **Cornet** (**J.**). *Dans la région des Calcaires (Bas-Congo).* Extr. in-8°, 6 pages.

2153 **Foresti** (**L.**). *Enumerazione dei Brachiopodi e dei Molluschi pliocenici dei dintorni di Bologna.* Extr. in-8°, 24 pages.

Extraits des publications de la Société.

2154 **Erens** (**A.**). *Observations sur l'Oligocène supérieur dans le Limbourg hollandais et en Belgique.* 1 exemplaire.

2155 **Verstraeten** (**Th.**). *Hydrologie des Bassins rocheux de Belgique. Examen des opinions contradictoires émises à ce sujet.* 2 exemplaires.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

MM. Em. Devreux, architecte, à Charleroi.

G. Simoens, docteur ès-sciences minérales, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

le R. P. Gaspar Schmitz, S. J., directeur du *Musée géologique des Bassins houillers belges,* Musée houiller, 11, rue des Récollets, à Louvain.

O. Pineur, ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 116, rue Rogier, à Bruxelles.

Communications des membres.

1° M. *L. Dollo* fait une communication orale dont il a fait parvenir le résumé suivant :

L. Dollo. — **Sur quelques Requins carbonifères.**

L'auteur, en s'aidant de reconstitutions au tableau noir, montre l'importance de quelques Requins carbonifères dans la question de l'origine des membres par plis latéraux continus.

Il insiste sur ce point : que l'archiptérygium de *Ceratodus* et de *Pleuracanthus* sont tout à fait indépendants. Il s'agit ici d'un cas de convergence par adaptation, et nullement d'un caractère primitif hérité d'un ancêtre commun.

La queue diphycerque de *Pleuracanthus* est, d'autre part, un nouvel exemple de diphycercie secondaire ou géphyrocercie.

2° P. Choffat. — **Les eaux d'alimentation de Lisbonne.**

Dans son étude sur les eaux d'alimentation de Lisbonne, M. *Paul Choffat* passe successivement en revue les eaux des divers niveaux géologiques dont les ressources aquifères sont utilisées.

Un premier chapitre est consacré aux eaux des alluvions, aux eaux du Tertiaire et aux eaux thermales de Lisbonne. L'auteur, dans un second chapitre, s'occupe des eaux des terrains crétaciques et, comme les précédentes, il y distingue deux catégories, provenant l'une de l'enceinte de la ville, l'autre du dehors.

L'analyse et la composition de ces diverses eaux lui fournit des données fort intéressantes, ainsi que l'étude de certaines modifications que subissent les eaux d'amenée extérieure sur leur parcours, et la comparaison de la qualité des eaux à diverses époques de l'année.

Les eaux du Jurassique forment l'objet d'un chapitre spécial et M. Choffat y déplore avec raison la fâcheuse et dangereuse coutume qu'ont les habitants des régions calcaires de jeter les cadavres des animaux dans les crevasses et cavités des rochers, crevasses qui communiquent si souvent avec les cours d'eau souterrains, ainsi contaminés.

Étudiant dans un dernier chapitre l'eau livrée au consommateur, l'auteur examine successivement les variations du degré hydrotimétrique suivant les saisons, l'influence pluviométrique sur la composition des eaux, la température, les qualités hygiéniques de l'eau et s'occupe surtout du chlore et de la magnésie.

L'habitant dispose d'environ 120 litres par jour, chiffre parfois réduit à environ 110 litres.

Dans ses considérations finales l'auteur résume en quelques mots les principaux caractères des différents types d'eau ayant fourni les éléments de ses études.

Après l'audition de ce résumé, fourni par le Secrétaire, l'assemblée décide l'impression du travail aux *Mémoires* et vote des remerciements à M. Choffat pour son intéressante communication, qui montre combien l'intervention du géologue est indispensable pour bien se rendre compte des caractères, de l'origine et des défectuosités des eaux alimentaires.

3° M. *A. Rutot* fait la communication suivante :

Sur la teneur en carbonate de chaux du limon gris quaternaire,

par A. Rutot.

J'ai eu récemment l'occasion d'avoir à étudier la question de l'emplacement le plus favorable pour l'établissement d'une briqueterie aux environs de Bruxelles.

J'ai d'abord exploré la région située entre le canal de l'Allée verte et la ligne de ceinture au Sud de la tranchée du Pannenhuys. Là, j'ai reconnu l'existence du limon fin, poussiéreux, homogène, non stratifié — dont nous admettons, M. Van den Broeck et moi, l'origine éolienne (1) — sur une épaisseur de plus de 4 mètres et dont la partie supérieure, décalcarisée par la filtration des eaux atmosphériques, se transforme en terre à briques d'excellente qualité.

(1) Ce limon est indiqué par la notation *q3 n* dans la légende de la Carte géologique à l'échelle du 1/40.000.

Cette partie décalcarisée, ou terre à briques, de $1^m,50$ à 2 mètres d'épaisseur, étant éminemment favorable, de très nombreuses briqueteries s'y étaient déjà établies et il ne restait plus un emplacement suffisant pour y installer une exploitation importante.

Je me suis alors rendu au Nord de la tranchée du chemin de fer de ceinture, et là j'ai reconnu, en sondant, que c'est le limon gris, stratifié, d'origine fluviale, qui affleure directement (1).

A l'état normal, ce limon est également calcareux, de sorte que sous l'action des eaux atmosphériques, il subit la même décalcarisation à la surface que le limon friable non stratifié, et même j'ai reconnu, au moins en ce point, que la décalcification est plus profonde attendu qu'en de nombreux points où j'ai sondé il y avait jusque 3 mètres de bonne terre à briques grasse, le limon gris stratifié étant souvent plus argileux que le limon friable.

L'épaisseur, au point de vue pratique, de la partie transformée en terre à briques n'était cependant pas facile à apprécier avec exactitude. En effet, sous la masse bien décalcifiée, il se présentait des zones plus ou moins modifiées, avant d'atteindre le limon gris normal.

Pour pouvoir se faire une idée de l'épaisseur exploitable, il y avait donc lieu de faire quelques essais relatifs à la teneur en calcaire de la zone à demi altérée, teneur qu'il fallait ensuite comparer à celle du limon gris normal.

Ayant pratiqué un sondage vers le sommet de la colline, à quelques cents mètres à l'Ouest de l'établissement du Pannenhuys, j'ai rencontré la terre à briques décalcifiée jusque environ 3 mètres, puis entre 3 mètres et $3^m.50$, s'est montrée une zone incomplètement décalcifiée, puis à $3^m,50$ le limon gris normal s'est présenté.

Deux échantillons ont été pris, l'un vers $3^m.20$, l'autre à $3^m.60$; ils ont été remis à notre confrère M. Puttemans, qui a bien voulu les analyser au point de vue de la teneur en calcaire, et voici les résultats auxquels il est parvenu :

Le 1er échantillon, pris dans la zone incomplètement décalcifiée, a donné :

Chaux. . . . . 3,85 %

ce qui correspond à 6,87 % de carbonate de chaux.

Le 2e échantillon, pris dans le limon gris normal, a donné :

Chaux. . . . . 7,60 %

ce qui correspond à 13,57 % de carbonate de chaux.

(1) Ce limon est indiqué par la notation *q3 m* dans la légende de la Carte géologique à l'échelle du 1/40.000.

La proportion de calcaire dans le limon gris normal est donc relativement considérable, plus importante que je ne me l'étais imaginé.

On voit que la zone intermédiaire, au point où l'échantillon a été prélevé, était un peu plus qu'à demi décalcarisé.

Je crois utile de répéter ici le motif qui m'a engagé à faire exécuter ces analyses.

Ce motif est des plus importants au point de vue spécial de la fabrication des briques, où je m'étais placé.

En effet, chacun sait que le calcaire, mis en présence de la silice et des silicates et porté à haute température, joue le rôle de *fondant*.

Si donc on fabrique des briques avec du limon renfermant encore une notable proportion de calcaire et que l'on opère la cuisson, il y a toutes chances que la chaux, en s'unissant à la silice et au fer, forme un silicate aisément fusible, ce qui amènerait une demi-fusion du massif de briques en cuisson, leur déformation et même leur soudure. Dans ces conditions, les briques cuites ne pourraient se détacher et la plus grande partie du massif serait inutilisable. D'autre part, en cas de cuisson normale, le carbonate de chaux pourrait être transformé en chaux vive, qui, à la première humidité, ferait éclater la brique.

On conçoit donc l'importance qu'il y a, dans l'industrie de la fabrication des briques, de ne prendre strictement que la partie entièrement décalcifiée du limon, sous peine de voir perdre une partie plus ou moins grande de la fabrication, par fusion ou déformation des briques.

4° A. RUTOT. — **Première note sur la faune des couches sénoniennes inférieures de la Méhaigne.**

M. Rutot dépose le manuscrit de ce travail, dont l'assemblée vote l'impression aux *Mémoires*.

L'auteur signale, dans le Hervien de la Méhaigne, la présence de 82 mollusques, 6 brachiopodes, 4 échinodermes, plus un grand nombre de polypiers et de spongiaires.

Il y a également quelques débris de reptiles et de poissons.

La faune des mollusques est essentiellement hervienne et ne présente aucun caractère particulier remarquable.

Il n'est pas douteux que de nouvelles recherches n'enrichissent encore considérablement cette faune.

5° F. CORNET. — **Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo.**

Au courant d'une mission au Congo dont il a été chargé par le gouvernement belge, M. *Cornet* s'est livré sur la géologie de la contrée

comprise, dans le voisinage du fleuve, entre Matadi et la station de l'Équateur, à des recherches dont il a l'intention de communiquer les résultats à la Société. Le travail qu'il présente aujourd'hui a pour objet les dépôts meubles superficiels de la région étudiée, et aussi, par extension, ceux des parties méridionales du bassin du Congo, que l'auteur a explorées il y a quelques années.

Le mémoire débute par un rapide historique de la question. On sait que les dépôts superficiels des parties tropicales de l'Afrique, de l'Amérique, de l'Inde, etc., caractérisés en général par une teinte rouge vif, ont été réunis sous le nom de *latérite* et considérés comme les produits d'une altération sur place des roches du sous-sol, sous l'influence d'une température élevée, de pluies abondantes et d'une riche végétation. M. Cornet, d'accord en cela avec M. *Dupont* et M. *Maurice Barrat*, et contrairement à la plupart des voyageurs allemands, repousse l'assimilation en bloc des terres meubles superficielles du Congo à la latérite ainsi comprise. Ces dépôts, quelle que soit leur origine, qu'ils soient réellement le résultat d'une décomposition *in situ*, ou qu'ils aient été remaniés par le ruissellement superficiel des eaux pluviales, accumulés par les torrents ou déposés par les fleuves et les rivières, possèdent en commun avec les formations superficielles des autres régions tropicales une série de caractères qui a fait croire à une origine commune et unique. Les plus essentiels sont cette coloration rouge brique et certaines particularités de structure qui, en Afrique, aussi bien qu'en Amérique et dans l'Inde, donnent à ces dépôts ce qu'on peut appeler le *facies latéritique*.

En réalité, on trouve dans l'Afrique tropicale les mêmes types de dépôts superficiels que dans les régions tempérées, et il est possible de les distinguer, bien que des influences, inhérentes au climat, les aient revêtus ordinairement de ce facies latéritique. D'ailleurs, ce facies est loin d'être général, et tout au plus peut-on dire que la couleur rouge brique est la plus répandue.

M. Cornet classe comme suit les dépôts superficiels du Congo :

1. Produits de l'*altération sur place* des roches du sous-sol.
2. Produits du *ruissellement dû aux eaux pluviales*.
3. *Alluvions* des cours d'eau { *Actuelles.* / *Anciennes.*

Les *influences éoliennes* sont négligeables dans la région étudiée.

L'auteur décrit successivement ces types de formations dans les différentes zones géologiques qui constituent le Congo occidental et le centre du bassin jusqu'à l'Équateur (zone côtière, zone cristalline, zone devo-

nienne, zone des grès horizontaux). Ses observations ont été faites sur la route des caravanes, de Matadi à Léopoldville par Luvituku et par Lukungu et sur plusieurs de ses embranchements ; le long de la voie du chemin de fer entre Matadi et Zolé; le long de la suite du tracé jusqu'au Stanley-Pool, puis sur les rives du Congo jusqu'à Équateur. Les recherches de M. Cornet ont été, naturellement, favorisées par les tranchées du chemin de fer qu'il a eu l'occasion d'étudier pas à pas sur une longueur de 135 kilomètres, et il leur doit les principaux résultats auxquels il est arrivé.

L'altération des roches en place est générale, mais très variable d'intensité selon la nature de ces roches, celle du revêtement terreux qui les recouvre, etc. En tous cas, c'est une erreur de croire que, du moins dans les régions à saison sèche prolongée, elle soit plus active que dans les régions tempérées (1).

Un des principaux résultats des études de M. Cornet est de faire ressortir l'importance du remaniement, par le ruissellement des eaux pluviales, des produits de l'altération en place. Ce remaniement s'exerce d'une façon particulièrement intense lors des grandes averses de la saison des pluies, et on peut souvent l'observer directement. Il faut noter que certaines de ces averses fournissent jusqu'à 100 millimètres d'eau en 3 heures. L'importance du ruissellement atteint son maximum dans les régions où le sol est rendu peu perméable par suite de la nature argileuse de la couche d'altération *in situ*. C'est ce qui se passe notamment dans la zone devonienne, dont la plus grande surface est occupée par des schistes argileux et des schistes calcareux. Entre la Lufu et le Col de Zolé, les tranchées du chemin de fer montrent les poudingues, schistes, etc. transformés en un produit argileux ayant conservé très nettement la stratification primitive et retenant en place des veines de quartz blanc et des galets de quartz, arkose, granit, etc. dans le cas du poudingue. Au-dessus s'étend un manteau terreux jaune résultant du remaniement de ce produit argileux par les eaux pluviales. Cette terre jaune, caractéristique de la zone devonienne, et n'ayant souvent rien de *latéritique*, renferme des fragments anguleux de quartz de filon et, quand elle recouvre des poudingues altérés, elle contient des galets de quartz, arkose et granit disséminés dans la masse, ou accumulés en lits discontinus.

(1) Cette conclusion paraîtra peut-être surprenante. Elle est corroborée par des observations faites au Brésil (Sao Paulo) par *O. A. Derby ;* d'après ce géologue : « the average amount of rock decomposition may be said to be *surprisingly small, rather than surprisingly great* ». (*Journal of Geology*. — Chicago, vol IV, nº 5) (note ajoutée pendant l'impression des *Procès-Verbaux.)*

Dans la région des grès feldspathiques à galets, de l'Inkissi, le produit d'altération sur place et le dépôt sableux de ruissellement qui le recouvre, renferment une grande quantité de cailloux roulés.

On voit donc combien on se tromperait en considérant ces terres de ruissellement, accompagnées de galets remaniés, comme des alluvions anciennes avec cailloux roulés. C'est l'erreur que semble avoir souvent commise M. *Dupont*. En 1888, notre savant confrère est revenu du Congo avec des idées singulièrement radicales sur la nature des dépôts superficiels de la région qu'il avait visitée. L'éminent directeur du Musée considère *toutes les terres meubles du Congo comme des alluvions anciennes du fleuve*. Pour lui, le dépôt sablo-argileux avec cailloux roulés qui forme le sol du bassin du Congo dans la région littorale, dans la région montagneuse, aussi bien que dans le haut Congo, est propre à ce bassin et représente les dépôts d'alluvions du fleuve pendant les diverses phases de son percement dans les Monts de Cristal. Dans le Congo moyen et inférieur, son extension est limitée par la ligne de faîte du bassin.

Les études de M. Cornet lui ont, au contraire, fait restreindre considérablement l'importance, et surtout l'extension des alluvions anciennes du Congo dans la partie comprise entre le confluent du Kassai et Boma. Il pense que M. *Dupont* a souvent pris pour des alluvions anciennes accompagnées de leurs cailloux roulés, les produits d'altération sur place, et surtout les terres de ruissellement qui recouvrent les grès feldspathiques de l'Inkissi et les poudingues devoniens, lesquelles, le plus souvent, renferment une grande quantité de galets *provenant des roches sous-jacentes*.

Le fleuve, dans son travail de creusement, a cependant abandonné des alluvions et des cailloux roulés sur ses rives et si ces dépôts ont été depuis, en grande partie, balayés par le ruissellement pluvial, on en retrouve cependant des vestiges dans la partie du pays comprise entre Boma et le Kassai. Mais, bien loin de s'étendre jusqu'aux abords des lignes de faîte du bassin, ils sont TOUJOURS *limités au voisinage immédiat du fleuve*.

Entre Boma et la mer, les alluvions anciennes s'étendent sur une largeur considérable en deux étages superposés.

Dans le haut Congo, à partir de Bolobo, on trouve de grandes nappes horizontales d'alluvions anciennes, formant les grandes plaines basses qui bordent les rives.

Après la partie descriptive du travail, M. Cornet s'étend sur le mécanisme de l'érosion continentale dans le bassin du Congo et sur les influences qui agissent sur les facteurs de l'érosion. Le travail se

termine par des considérations sur la formation du relief dans le Congo occidental.

L'auteur a l'intention de présenter prochainement à la Société les résultats de ses observations sur les terrains anciens du Congo occidental et sur les grès horizontaux du centre du bassin.

6° M. le *Président* donne lecture d'une note de M. *Dollfus*, faisant connaître les observations présentées par M. *Dewalque* sur sa communication au *Geological Magazine* (1er décembre 1895), relative au terme « *Bolderien* », observations auxquelles M. *Dollfus* a répondu comme on le verra plus loin dans sa note intitulée : *Sur la véritable acception du mot Bolderien.*

Observations de M. G. Dewalque sur la communication de M. G. Dollfus.

Publiées par le *Geological Magazine* du 1er décembre 1895.

Sur l'emploi du terme « Bolderien ».

Monsieur, voulez-vous me permettre quelques mots sur l'emploi du mot Bolderien tel qu'il a été donné par M. G. Dollfus dans l'extrait d'une intéressante communication sur les mers pendant les temps tertiaires supérieurs dans l'Ouest de l'Europe. (*Geol. Mag.*, oct. 1895, p. 474.)

Ce nom a été *originairement employé par Dumont pour des sables blancs, sans fossiles*, qui sont visibles à la colline du *Bolderberg* près Hasselt. Nous pouvons observer ces sables en place sur les bords du Rhin, où ils contiennent des fossiles et où ils sont classés comme Oligocène supérieur. Le Miocène de Belgique est le Crag noir d'Anvers, partie du Diestien de Dumont, et l'Anversien de MM. Cogels et van Ertborn.

Récemment M. E. Van den Broeck s'est efforcé de démontrer, par la présence de fossiles trouvés dans les lits supérieurs du Bolderien, à Waenrode, que le Bolderien et l'Anversien étaient synonymes, et conséquemment que le terme d'Anversien, étant plus récent, devait être effacé. Cette manière de voir, ce semble, a été acceptée par M. Dollfus, mais je continue à maintenir que cette corrélation est mal fondée, et je reste d'accord avec M. Cogels et quelques autres géologues que notre ancien Bolderien est Oligocène.

G. DEWALQUE.

Université de Liége, 29 octobre 1895.

Réponse de M. G. Dollfus à M. G. Dewalque.

(Publiée dans le *Geological Magazine* du 1er février 1896.)

Sur la véritable acception du mot Bolderien.

Le professeur Dewalque, de Liége, dans une lettre que vous avez publiée (1er décembre 1895), a critiqué l'emploi que j'ai fait de l'expression de Bolderien établie par Dumont pour diverses couches du terrain tertiaire de la Belgique. Mais sa courtoise censure me paraît sans fondement réel et je pense qu'il a mal interprété les travaux de Dumont. En effet, si nous ouvrons le Bulletin de l'Académie royale de Belgique pour 1849, où Dumont a créé l'expression de Bolderien, nous pouvons lire : « le système bolderien se divise en deux étages : un étage marin, » dont la partie inférieure consiste en sables glauconifères et la partie » supérieure en sables jaunâtres où viennent se ranger les *sables fossi-* » *lifères* du Bolderberg ; et un étage fluviatile composé de sables et » de lignites dont on trouve les traces sous le sol campinien. »

Il n'y a pas ici la moindre incertitude ; le type du système Bolderien dans sa partie inférieure, est indiqué comme composé de sables *marins fossilifères* tels qu'ils ont été découverts dans la colline du Bolderberg près Hasselt et comprend bien le lit fossilifère bien connu de cette localité.

Cette opinion est reproduite dans diverses autres publications ; nous pouvons voir dans l'explication de la carte géologique de Belgique publiée par Dumont en 1852 la classification suivante : « Miocène = » système Bolderien — graviers, sables glauconifères, sables blancs, » sables coquilliers et divers autres sables. »

Dans les notes privées de Dumont, publiées il y a peu d'années par les soins de M. M. Mourlon, nous pouvons trouver à bien des pages la même opinion. Dumont dit dans la description de la colline du Bolderberg (1) : « Ce gravier contient des cailloux depuis la taille d'une » noisette jusqu'à celle d'un œuf et beaucoup de coquilles plus ou » moins bien conservées ; *elles ont vécu pendant l'époque du dépôt du* » *sable sur lequel on les trouve.* »

Nous pourrions multiplier ces citations, mais elles suffisent et quand maintenant M. Dewalque vient dire que le Bolderien est un sable blanc *sans fossiles*, il parle d'un Bolderien qui lui est propre et non pas de l'ancien Bolderien de Dumont.

(1) Mém. sur les terrains crétacés et tertiaires, préparés par feu A. Dumont, pour servir à la description de la Carte géologique du Royaume, édités par M. Mourlon. Tome II, voir p. 197 à 199. Tome IV, p. 519.

D'un autre côté la faune du Bolderberg est clairement miocène supérieur ; nous trouvons que cette faune est extrêmement voisine de la faune des sables noirs d'Edeghem près d'Anvers, qui a été décrite par Nyst en 1861 comme nettement miocène. Il y a plus de 90 % d'espèces communes entre les deux localités et nous pouvons dire que nous sommes bien fondés quand nous disons que le Bolderien est contemporain de l'Anversien.

L'expression d'Anversien a été introduite dans la science par M. Cogels en 1879 pour indiquer le niveau des sables d'Edeghem ou des sables inférieurs, noirs, d'Anvers.

Voici le nom de quelques-unes des coquilles les plus remarquables qui ont été trouvées au Bolderberg :

Murex aquitanicum, Grat.
Terebra Basteroti, Nyst.
Cancellaria cancellata, L.
» *acutangularis*, Lk.
» *imbricata*, Hoernes.
Dipsacus Burgundina, Grat.
Pleurotoma asperulata, Lk.
» *denticulata*, Bast.
» *ramosa*, Bast.
» *festiva*, Dod.
Pectunculus pilosus, L.
Conus Dujardini, Nyst.
Voluta Bolli, Koch.
Ancillaria obsoleta, Br.
Oliva Dufresnei, Bast.
Turbo muricatus, Duj.
Natica Josephinia, Risso.
Venus multilamella, Lk.
Cytherea chione, Lk.
Corbula carinata, Duj.
Corbulomya complanata, Sow.
Ostrea crassissima, Lk.

Il ne restera aucun doute dans l'esprit d'aucun géologue sur l'âge miocène d'une telle faune ; elle ne peut certainement pas être classée dans l'Oligocène. C'est une faune chaude, très distincte également de la faune froide ou tempérée du Diestien.

Le scrupule de M. Dewalque est basé sur ce fait qu'à la colline du Bolderberg le lit fossilifère, souvent ferrugineux, est situé au sommet d'une épaisse masse de sables blancs, et couvert par une grande masse de sables et grès ferrugineux appartenant à la formation diestienne. Or M. Dewalque semble n'être pas parfaitement sûr si les sables fossilifères appartiennent à la masse inférieure ou à la masse supérieure. Mais nous avons vu que les anciens stratigraphes comme Dumont avaient classé le lit fossilifère avec les sables blancs inférieurs, et depuis cette époque les meilleurs géologues contemporains, comme M. Gosselet, ont adopté la même opinion, disant que les sables fossilifères n'avaient rien à faire avec le Diestien, c'est-à-dire avec les lits supérieurs.

Plus récemment, M. E. Van den Broeck a découvert à Waenrode, près de Diest, dans les sables blancs du Bolderien un lit fossilifère qui n'est pas aussi voisin du sommet de la formation ; l'été dernier, la Société belge de Géologie a fait une excursion dans ces localités dans le but d'observer une fois de plus la position exacte des lits fossilifères. Les coupes ont été rafraîchies, et tous les géologues présents : M. *Lorié*, d'Utrecht, M. *Lohest*, élève de M. Dewalque, M. *Vincent*, paléontologue, beaucoup de géologues belges distingués, et l'auteur de la présente lettre, sont arrivés à la même conclusion, à savoir que le lit fossilifère est inclus dans les sables blancs, exactement comme l'avait dit Dumont il y a déjà si longtemps.

Quand mon honorable contradicteur dit que dans la direction de l'Est, près de la vallée du Rhin, les sables bolderiens blancs arrivent à contenir des fossiles tongriens, il ne peut nous donner qu'une affirmation, car aucune preuve n'a encore été donnée qu'il s'agit *des mêmes sables*, et nous serions heureux de connaître le géologue qui aurait eu la bonne fortune de pouvoir suivre pied à pied les sables bolderiens depuis Hasselt jusqu'au Rhin.

Les plus récentes études semblent avoir conduit à prouver, au contraire, que Dumont a fait dans son Bolderien une grande inversion. Son étage fluvio-marin donné comme supérieur est en réalité inférieur, et les couches marines viennent au-dessus. Le Bolderien fluviatile a été reconnu dans des sondages sous la Campine et le Limbourg, et probablement il donne la main aux lignites du Rhin et peut prendre le nom d'Aquitanien.

Mais cette question n'est pas encore parfaitement résolue et dans ces derniers mois M. E. Van den Broeck est arrivé à l'idée que les sables « bolderiens » inférieurs sont très voisins des sables rupeliens supérieurs, et que ces sables sont en connexion avec l'argile rupélienne (argile de Boom) par une alternance répétée d'assises argileuses et sableuses, de telle sorte que les sables en question ne sauraient constituer un étage valable.

Mais quand bien même le Bolderien fluviatile serait critiquable et devrait être considéré comme une mauvaise subdivision comprenant des sables qui devraient être en réalité classés dans deux ou trois systèmes différents, il reste toujours debout un excellent Bolderien marin, un type solide caractérisé par sa paléontologie et sa stratigraphie, et nous pensons que nous pouvons sans erreur maintenir le vieux nom de Bolderien dans son acception originale réelle.

G. DOLLFUS,
Président de la Société géologique de France.

Paris, 10 janvier 1896.

A la suite de la communication de M. *G. Dollfus*, sur la véritable acception du mot Bolderien, M. *Van den Broeck*, absolument d'accord avec son savant collègue de Paris, fournit quelques données complémentaires montrant que la thèse de M. *G. Dewalque* est absolument insoutenable. Il y a *parti pris* de sa part de détourner l'expression *Bolderien* de la signification donnée à ce terme par *A. Dumont* et M. Van den Broeck se réserve de développer à loisir que le Bolderien de M. Dewalque n'a rien de commun, en Belgique, avec le Bolderien *dûment fossilifère* tel que l'a établi M. Dumont, d'après le *dépôt classique de la colline du Bolderberg*, dans le Limbourg belge.

Adjonction d'une Section scientifique à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897.

M. *E. Van den Broeck* est heureux d'annoncer à ses collègues le succès de l'initiative qu'il a prise, par la publication d'un article dans un des journaux les plus répandus de la presse quotidienne bruxelloise: l'*Étoile belge* (n° du 26 janvier 1896), de réclamer l'adjonction d'une *Section scientifique* à l'Exposition internationale de Bruxelles, projetée pour l'année prochaine. Convoqué le 15 janvier dernier, probablement à titre de fonctionnaire et de conservateur du Musée, à une réunion nombreuse de spécialistes de tous genres du monde des Arts, de la Science, du Commerce et de l'Industrie, devant lesquels ont été exposées les grandes lignes de l'organisation et du sectionnement de la future exposition de 1897, M. Van den Broeck a été frappé de constater l'inégalité flagrante existant entre la manière si différente dont sont traités les Arts et les Sciences dans les expositions internationales et universelles. Le même jour il adressait un article à l'*Étoile belge* sur ce sujet, article qui toutefois ne put paraître que quelques jours plus tard. Alors que *les Arts* obtiennent généralement partout la gratuité et l'internationalité de leurs exhibitions, *la Science* ne jouit jamais et nulle part de ces précieuses faveurs, qui lui sont cependant dues au même titre!

Les professeurs, les Sociétés scientifiques, les hommes de science travaillent sans esprit de lucre ni de but commercial ou intéressé; ils ont pour objectif la *recherche de la vérité*, l'accroissement de nos connaissances et le progrès de la science : sources de tant d'applications dont profite le monde entier et toute la civilisation humaine. Pourquoi donc alors mettre les hommes de science sur le même pied que les *commerçants* et les *industriels*, en leur faisant payer leurs emplacements, en les astreignant à des dépenses relativement élevées, dont sont dispensés les artistes, qui eux cependant font argent de leurs œuvres et trouvent ainsi un bénéfice matériel à exposer.

L'article de l'*Étoile belge* dans lequel M. Van den Broeck a développé cette thèse est très heureusement tombé sous les yeux du Ministre de l'Industrie et du Travail, M. *Albert Nyssens*, qui a l'exposition de 1897 sous son patronage ; son initiative et ses vues larges et perspicaces lui firent immédiatement comprendre le bien fondé de cette revendication. Bientôt appelé, par suite d'un heureux concours de circonstances, à développer devant l'honorable ministre, la thèse qu'il avait défendue, pour ainsi dire par simple acquit de conscience, dans l'*Étoile belge*, M. Van den Broeck a pu convaincre l'honorable ministre de l'intérêt qu'offrirait une *Section scientifique* bien conditionnée, *internationale* et *gratuite*, jouissant en un mot des avantages multiples jusqu'ici réservés aux seuls artistes.

M. le comte J. d'Oultremont, Commissaire général du gouvernement près l'Exposition, informé du projet, y donna spontanément sa précieuse adhésion, et il en résulte que de grandes chances de réalisation se présentent actuellement, sous réserve toutefois de la question des *voies* et *moyens*, que M. le Ministre cherchera avec bienveillance à résoudre.

Avec l'autorisation de M. A. Nyssens, une réunion préparatoire de quelques représentants du monde de la science a eu lieu il y a quelques jours, sous la présidence de M. Michel Mourlon, de l'Académie des sciences. Le projet de M. Van den Broeck y a été examiné, discuté et déjà l'accord étant fait sur la question de principe et sur les points essentiels de l'organisation de la section projetée, il a pu être procédé à la subdivision de la Section en groupes et en classes.

On trouvera plus loin, sous la rubrique : *Nouvelles et informations diverses*, le texte de l'article initial de M. *Van den Broeck*, publié dans l'*Étoile belge* et qui a provoqué l'idée de la création d'une Section des sciences et, ensuite, un article publié par le *Journal de Bruxelles* du 18 février, relatant les discussions et décisions de la séance préparatoire du 15 février dernier, séance qui fait bien augurer du succès de l'entreprise, si favorable aux intérêts de la science, et qu'a bien voulu encourager M. le Ministre de l'Industrie et du Travail aussitôt que l'idée lui en a été communiquée.

La séance est levée à 11 heures.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Article initial publié par M. **Van den Broeck** *dans « l'Étoile belge » du 26 janvier 1896, réclamant la création d'une* **Section des Sciences** *à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897.*

A propos de l'Exposition internationale de 1897 à Bruxelles. — Le plan de la prochaine exposition internationale de Bruxelles (1897) est très différent de celui des entreprises similaires antérieures. Il ne s'agit plus, cette fois, de suivre les errements anciens, de grouper géographiquement, pays par pays, l'ensemble des productions artistiques, scientifiques, industrielles et agricoles. Le but en vue est de grouper, au contraire, en une série de *sections,* se partageant les domaines de l'Art, du Commerce, de l'Industrie et de l'Agriculture, les manifestations corrélatives émanant des divers pays conviés à l'Exposition.

Grâce à ce système, le visiteur, au lieu de se trouver perdu dans un fouillis de choses hétérogènes, trouvera toute faite la synthèse des éléments qui l'intéressent le plus. Les recherches, les études seront facilitées : les enseignements, les résultats de l'Exposition gagneront en portée et en importance.

Une large part d'initiative est laissée aux membres des sections, qui auront à organiser eux-mêmes les concours, à dresser les questionnaires, à modifier au besoin, selon leurs vues, la répartition des classes dans les diverses sections, englobant l'art, la science et l'industrie. A l'inspection du règlement général, il est facile de prévoir qu'un certain chassé-croisé de classes aura lieu pendant cette phase d'élaboration définitive.

Les quatorze sections actuellement proposées sont les suivantes :

1, Beaux-arts ; 2, économie sociale ; 3, hygiène ; 4, sauvetage ; 5, arts industriels et décoratifs ; 6, éclairage, chauffage et leurs applications ; 7, électricité et traction ; 8, art militaire ; 9, fabrications industrielles, matériel, procédés et produits ; 10, matériel de sport ; 11, exercices et jeux populaires ; 12, concours temporaires d'agriculture ; 13, enseignement pratique, industries et travail manuel de la femme ; 14, commerce et colonies. Il est annexé, en outre, une section spéciale de congrès et de conférences.

Ces 14 sections matérielles — la section spéciale n'est point, au même titre que les autres, composée d'éléments exhibables — doivent, dans l'esprit des dispositions générales, pouvoir englober pratiquement tout ce qui se rattache au but de l'Exposition : « recevoir les œuvres d'art, les travaux scientifiques et les produits de l'industrie et de l'agriculture de toutes les nations. »

Or, il suffit de parcourir la classification générale pour constater que l'art, la science et l'industrie ne sont pas représentés conformément aux véritables intérêts de chacune de ces branches et qu'une innovation s'impose. Pour compléter dignement l'œuvre nouvelle et si intéressante que les promoteurs ont eu en vue, il faut réparer, au profit *des sciences pures et des sciences appliquées,* l'oubli relatif dans lequel on les a laissées jusqu'ici dans les exhibitions générales de ce genre.

Que voyons-nous, en effet, dans cette classification inspirée, non par l'esprit nouveau qui, en 1897, tendra à vivifier certaines parties essentielles de l'œuvre, mais par la banale adaptation de ce qui s'est fait généralement jusqu'ici ?

A l'art pur appartient tout entière la 1re section, à l'art appliqué la 5e. Et c'est justice car, comme on l'a dit, la Belgique peut être fière de ses magnifiques et multiples efflorescences artistiques.

L'industrie, tout naturellement, dans un pays riche en productions comme le nôtre, est appelée à prendre la part la plus considérable et, ici encore, c'est justice. La 9e section, avec ses nombreux groupes et ses vingt classes, constituera sans doute une remarquable manifestation nationale, digne de lutter avec celles de nos puissants voisins.

Mais tant d'industries, y compris l'industrie agricole, sont basées sur la science que de nombreuses sections, comme la 3e, la 4e, la 6e, la 7e, la 8e, la 12e seront forcément scientifiques en même temps qu'industrielles, conséquence qui n'est pas toujours heureuse pour la science. Dès qu'elle quitte, en effet, les régions sereines de ses centres de production et d'élaboration pour enrichir le patrimoine public et humanitaire, la science se dépouille de sa grandeur et de son austérité ; elle prend part au *struggle for life*, elle perd de son autorité : aux mains des hommes d'affaires, elle n'est plus la Science.

Dans les expositions où la science pure est ainsi dispersée et confondue avec la synthèse de ses applications industrielles, celui qui veut en étudier et en comparer, de peuple à peuple, les progrès et les évolutions, se trouve dans l'impossibilité complète d'en saisir à la fois l'ensemble et les détails.

Et combien de branches précieuses et intéressantes de la science pure ne peuvent, quelque fécondes qu'elles soient pour l'avenir, être rattachées aujourd'hui à telle ou telle manifestation industrielle déterminée !

Le seul refuge des sciences pures et des sciences appliquées n'ayant pu trouver place dans les groupes les plus hétérogènes de l'industrie, c'est la 13e section, celle de l'enseignement. Or, cette répartition manque de logique. L'enseignement a pour but la *diffusion* des sciences, comme celle des autres branches de l'activité humaine ; conservateur dans son essence, il n'accepte les proprès accomplis qu'après des stages prudents et longs — trop longs le plus souvent, comme en témoigne l'enseignement de plusieurs branches dans certaines de nos universités.

Autre chose est le domaine de l'évolution et du progrès scientifiques, que nulle obligation ne force à retarder sur l'avancement réel des connaissances, comme les nécessités et les traditions de l'enseignement l'exigent malheureusement parfois.

A côté de l'industrie et des affaires, la science pure et ses applications devraient donc prendre une place à part et bien distincte à l'Exposition. Quel superbe et merveilleux complément à l'œuvre de rénovation que l'on entend entreprendre, serait la création d'une *Section des Sciences pures et appliquées*, spécialement consacrée à initier le public et les spécialistes de tous pays aux travaux et aux progrès des établissements scientifiques de l'État, de nos instituts techniques et scientifiques de création récente, des laboratoires annexés à nos établissements d'instruction supérieure, aux travaux — trop souvent ignorés — des particuliers et des sociétés savantes ! De même nos nationaux pourraient s'initier au mouvement scientifique de l'étranger.

C'est là qu'on verrait réunis tant d'appareils, de travaux féconds, d'exposés de méthodes d'investigation scientifique, bases des grandes découvertes du siècle. C'est là que pourraient s'élaborer d'une manière plus sérieuse et plus efficace que dans des commissions composées de fonctionnaires et d'industriels, les programmes d'étude et de perfectionnement de la science (1).

(1) La fin de l'article a dû être, par suite des nécessités de la mise en page du journal, remaniée et légèrement écourtée, ce que dénote particulièrement le dernier paragraphe et le manque de péroraison de l'article tel que l'*Étoile* l'a publié.

Extrait du « Journal de Bruxelles » du 18 février 1896.

Création d'une section scientifique à l'Exposition de 1897. — Une importante réunion préparatoire s'est tenue samedi, à 2 heures, sous la présidence de M. Michel Mourlon, de l'Académie des sciences, dans la salle de la bibliothèque de la direction générale des mines.

Parmi les personnes présentes, on remarquait des représentants de tous nos grands établissements scientifiques : MM. Rousseau, Lagrange, Lancastre, Errera, Dollo, Gerard, Harzé, van Overloop, Rutot, Van den Broeck, Houzeau de Lehaie, etc.

Le général Hennequin, le Dr Héger et M. Proost se sont fait excuser. Après avoir remercié les membres présents d'avoir répondu à l'appel du comité provisoire, M. le président rend hommage à l'initiative de M. Van den Broeck, qui a eu le premier l'idée de la création d'une section scientifique à l'exposition de 1897.

Il rend compte des démarches faites jusqu'ici pour la réalisation de cette grande innovation. Il rappelle notamment que M. le Commissaire général du gouvernement y a donné spontanément son adhésion et que M. le ministre du travail et de l'industrie s'est montré entièrement favorable à l'idée et disposé même à l'appuyer éventuellement devant les Chambres, sous réserve bien entendu des voies et moyens.

Seulement M. Nyssens a exprimé le désir d'être mis en possession d'un *projet de programme* comprenant d'une part les idées générales et les principes d'organisation qui devront présider à l'élaboration de la nouvelle section, d'autre part l'indication sommaire des branches scientifiques et des subdivisions de la dite section, ainsi que des éléments attractifs divers pouvant assurer la réussite du projet.

M. le ministre Nyssens ayant bien voulu confier à MM. *Mourlon* et *Van den Broeck* la tâche de lui présenter ces éléments d'appréciation, les a en même temps engagés à faire appel officieusement aux lumières d'un petit nombre de spécialistes représentant diverses branches de la science.

Telle est la raison d'être de la réunion en petit comité qui vient d'avoir lieu, en attendant que d'autres réunions plus nombreuses, et coïncidant autant que possible avec celles de l'Académie des sciences, puissent permettre aux savants habitant la province de se joindre aux promoteurs de l'idée, déjà si favorablement accueillie, de donner à la Science dans les expositions à venir la place d'honneur qui lui revient. Une exposition, a dit l'honorable président, dont la science est exclue est un corps sans tête, et ce sera un honneur pour la Belgique d'avoir inauguré dans un concours international comme celui de 1897 la création d'une section scientifique.

M. Van dën Broeck rend compte de l'entrevue qu'il a eue avec M. le général Hennequin, qui, en vue d'obvier à la non-représentation des sciences d'observation dans le programme de l'exposition, avait, lors d'une réunion de la 5e section, proposé l'adjonction d'un groupe D', lequel se subdiviserait en trois classes comprenant les sciences physiques et mathématiques, ainsi que les sciences naturelles.

En présence du projet d'une *Section spéciale des sciences*, mettant celle-ci sur le même pied international et gratuit que la section des beaux-arts, le général Hennequin a déclaré qu'il se ralliait complètement à ce projet. Le groupe D', voté par la 5e section et proposé au commissariat général, serait donc à absorber éventuellement dans la section scientifique à créer.

Le principe de l'utilité de la création de cette section étant appuyé à l'unanimité des membres présents, M. *Van den Broeck* soumet à l'approbation de l'assemblée les vues que M. Mourlon et lui ont soumises à M. le ministre du travail, concernant la manière de concevoir une telle exposition et de lui fournir tout l'attrait possible.

Après avoir admis les motifs pour lesquels la formule primitive d'une section des sciences pures et des sciences appliquées se trouvera avantageusement remplacée par celle d'une section des sciences n'englobant que *les sciences d'observation* et *les sciences d'expérimentation* (lesquelles empêcheront l'envahissement de cette section gratuite par les multiples applications industrielles de la science), l'assemblée admet cependant que l'on ne devrait pas rejeter absolument certaines applications qui ne sont pas encore sorties du domaine purement scientifique ou expérimental.

En ce qui concerne la nature des éléments à englober dans la section des sciences, il est admis par l'assemblée que les objets devront être accompagnés de commentaires. Les objets se présenteront surtout sous forme d'instruments et de collections. Quant aux commentaires, ils seraient fournis : 1° par des conférences et des séances de projections ; 2° par des expériences et démonstrations scientifiques ; 3° par des promenades techniques et scientifiques ; 4° par un étiquetage approprié, ainsi que par des brochures explicatives.

Le principe d'invitations et d'entrées payantes, destinées à couvrir les frais de conférences et de projections, est également considéré comme recommandable, surtout en vue d'éviter l'encombrement lors des démonstrations et conférences. L'assemblée admet l'utilité d'exhibitions *rétrospectives* pour une partie au moins des sciences englobées dans la section proposée. Il y aura lieu de limiter toutefois cette partie rétrospective à ses éléments de réel intérêt. Tous les membres présents sont également d'accord pour qu'il ne soit porté aucune atteinte à l'unité, à l'individualité des instituts, laboratoires, musées, universités et sociétés savantes qui prendront part à l'exposition et dont les installations, tout en se conformant au classement des éléments de la section, devront constituer des entités non subdivisibles dans le lotissement.

Sur l'invitation de M. le président, *M. Eug. van Overloop* développe ensuite, dans ses grands traits, un projet d'exposition anthropologique qui déjà a fait l'objet de ses études au congrès archéologique de Mons en 1894 et au congrès de Tournai en 1895.

A la suite de l'exposé détaillé fait par M. van Overloop au congrès de Tournai, celui-ci a voté la proposition suivante :

Le congrès de Tournai, confirmant un vœu exprimé par le congrès de Mons en 1894, déclare qu'il serait hautement désirable de voir organiser à Bruxelles, à l'occasion de l'exposition de 1897, une exposition générale de tous les objets préhistoriques et protohistoriques recueillis en Belgique.

M. van Overloop ajoute que ce projet a également reçu l'approbation de la Société d'anthropologie, et fournit ensuite quelques détails montrant les avantages et la grande valeur scientifique d'une telle exhibition, qui seule pourrait fournir des vues synthétiques que la dispersion des collections des musées et des particuliers rend actuellement impossible. L'orateur, en développant son sujet, montre que l'adoption de ses vues permettrait non seulement de reconstituer les aires occupées par les anciennes peuplades, mais encore de retracer les déplacements et courants anciens de populations et d'arriver à des conclusions ethnographiques d'une grande portée.

Il fournit ensuite quelques détails sur les reconstitutions fauniques des temps paléolithiques et néolithiques, qui pourraient être tentées parallèlement à des reconstitutions d'habitats humains, de puits d'extraction de la matière première (silex) de tombes, etc. Il y aurait là une source d'attraits pour le grand public à côté des collections proprement dites, intéressant plus particulièrement les spécialistes. Cette œuvre de synthèse et de reconstitution semble devoir être spécialement belge, car les

collections à réunir sont nombreuses dans notre pays et réclameront à elles seules un assez vaste emplacement.

M. Houzeau fait remarquer que M. Goblet a, dans la 2e section, proposé une subdivision dans l'histoire du travail, subdivision qui serait consacrée au « travail préhistorique ». L'exposition d'archéologie préhistorique proposée par M. van Overloop pourrait se classer dans cette subdivision.

Des membres de l'assemblée font remarquer qu'il y a dans le projet de M. van Overloop bien d'autres éléments que la préhistoire du travail. Il y aurait là un ensemble de données scientifiques exigeant qu'une telle exhibition soit comprise dans la section scientifique projetée.

M. le Président attire l'attention sur l'importance que pourra avoir en 1897 la carte géologique de la Belgique, qui formera un majestueux panneau de 49 mètres carrés et dont l'exhibition sera accompagnée d'appareils de sondages et de documents de toute nature expliquant au public comment se fait une carte géologique.

L'orateur fournit ensuite d'intéressants détails sur la classification décimale, qui vient d'être adoptée, à l'instar de l'Amérique, par plusieurs institutions scientifiques d'Europe, et notamment en Belgique par le Service de la carte géologique.

Pour l'exposition de 1897 on peut compter avoir réuni déjà plus d'un million de fiches imprimées, et les promoteurs, chez nous, de ce système ont promis leur concours empressé en cas d'adoption d'une Section des Sciences.

M. Léon Gerard est heureux d'annoncer que les Instituts Solvay apporteront, comme le feront certainement ceux de Gand, Liége et Louvain, un concours empressé à l'œuvre de la section scientifique de l'exposition.

Il attire l'attention sur l'utilité de telles participations, qui feront connaître au grand public les méthodes nouvelles de recherches et les méthodes spéciales d'enseignement. L'orateur insiste sur l'utilité et le bienfait des conférences, démonstrations, etc., pour lesquelles une bonne organisation de cette section scientifique permet d'espérer le concours de savants étrangers parmi ceux qui occupent en ce moment l'attention publique par leurs belles recherches scientifiques.

MM. *Rousseau, Houzeau* et *Gerard* parlent dans le même sens et font remarquer que déjà lors d'expositions précédentes, l'Université de Bruxelles et d'autres institutions analogues ont donné l'exemple en prenant part à l'organisation d'exhibitions scientifiques, comprises, il est vrai, d'une manière moins générale.

M. Errera fait remarquer que le projet d'exposition d'archéologie préhistorique de M. van Overloop semble devoir réclamer, pour sa complète réalisation, un emplacement considérable, qu'il sera peut-être difficile d'obtenir. Parmi les éléments attractifs de cette exposition il y aurait des reconstitutions intéressantes qu'il faudrait tâcher de conserver définitivement après l'exposition. Ne pourrait-on s'arranger de manière à réaliser ce desideratum en engageant le gouvernement à reprendre le beau projet, qui semble aujourd'hui fort oublié, du *Palais du Peuple*, au parc du Cinquantenaire? Les frais de construction et d'aménagement des locaux seraient alors faits en vue d'installations définitives, et une partie au moins des collections et reconstitutions scientifiques projetées par M. van Overloop pourrait, après l'exposition, servir à enrichir les collections que le Palais du Peuple aura pour objet de réunir. Les dépenses faites dans cette voie seraient productives pour l'avenir.

M. Van den Broeck fait remarquer que la participation des nations étrangères à la section des sciences, aura, dans bien des cas, une portée utilitaire et économique considérable. Ainsi quels avantages notre pays ne retirerait-il pas de s'initier à des séries d'appareils et de méthodes d'investigations pour ainsi dire inconnues chez

nous, tels que celles en usage en Italie, par exemple, dans les observatoires de géodynamique, ou de météorologie endogène et dont les résultats paraissent pouvoir jeter une vive lumière dans l'étude de l'importante question du grisou.

M. Dollo fait observer que si, comme tout permet de l'espérer, la classe de paléontologie pouvait obtenir le concours de certains savants américains ayant dans ces dernières années découvert des types colossaux d'animaux étranges, dont le grand public n'a aucune idée en Europe, il y aurait là une source d'attractions très vives, doublée encore par les conférences qui pourraient être données à ce sujet. Enfin les moulages de ces êtres si peu connus chez nous pourraient peut-être, par voie d'échange, enrichir les collections de nos musées.

Après un échange de vues entre MM. Errera, Mourlon, Houzeau et Van den Broeck au sujet de l'opportunité, admise finalement par tous, d'une exhibition commentée du nouveau système bibliographique à base décimale, M. van Overloop, constatant le très grand développement que paraît devoir prendre la section des sciences, pense qu'il conviendrait de s'assurer préalablement du plus grand espace possible. La répartition en groupes et en sections se ferait après, de manière à accorder à chaque branche scientifique la représentation proportionnelle désirable.

M. Gerard appuyant la thèse soulevée par M. Errera au sujet de la reprise de l'ancien projet du Palais du Peuple, signale que bien des dépenses faites pour la section scientifique de l'exposition pourraient rester définitivement applicables à l'organisation des musées techniques et scientifiques du Palais du Peuple.

M. Gerard signale enfin le danger qu'il y aurait à supprimer dans les classes actuellement énumérées dans le projet de classification détaillé des sections, les parties pouvant recevoir des applications scientifiques. Par suite du triage sévère auquel devront se livrer les jurys d'admission de la section scientifique, bien des appareils et collections, qui ne pourraient y prendre place, devront être renvoyés aux classes d'applications scientifiques des sections industrielles.

M. Van den Broeck rappelle à ce propos que dans l'entrevue que M. Mourlon et lui ont eue avec M. le ministre Nyssens, il a été entendu que des jurys d'admission très sévères, analogues à ceux qui fonctionnent dans la section des beaux arts, devront être constitués par les bureaux et membres des diverses classes de la section scientifique. L'assemblée, sur la proposition de M. le Président, s'occupe ensuite d'élaborer les grandes lignes de la classification des groupes et des classes de la section scientifique projetée, dont un projet provisoire, arrêté en séance, sera soumis à l'examen de la réunion plénière qui sera convoquée prochainement. Cette réunion aura à comprendre dans son ordre du jour, outre les matières traitées à la réunion préparatoire du jour, l'élaboration d'une liste pour chacun des groupes de la section scientifique, englobant les noms, qu'il paraîtra convenable de soumettre à l'approbation éventuelle de M. le ministre, des hommes de science qui seront appelés à faire partie des diverses subdivisions de la commission organisatrice.

M. le Président a ouvert ensuite la discussion sur les différentes classes et subdivisions de classes des deux groupes de la section scientifique à créer, lesquels ont été arrêtés provisoirement comme suit :

Section des sciences

GROUPE A. — *Sciences physiques et mathématiques.*

Classe I. — Mathématiques et Astronomie : *a)* Mathématiques, Mécanique ; *b)* Astronomie ; *c)* Physique du globe, Météorologie ; *d)* Géodésie, Topographie.

Classe II — Physique : *a)* Métrologie ; *b)* Physique.

Classe III. — Chimie : *a)* Chimie ; *b)* Physicochimie ; *c)* Technochimie ; *d)* Photochimie.

GROUPE B. — *Sciences naturelles.*

Classe IV. — Géologie et Géographie : *a)* Géologie. Géogénie ; *b)* Géologie appliquée ; *c)* Paléontologie ; *d)* Minéralogie. Pétrographie, Cristallographie ; *e)* Géographie.

Classe V. — Biologie : *a)* Botaniqne ; *b)* Zoologie ; *c)* Physiologie.

Classe VI. — Anthropologie : *a)* Races humaines ; *b)* Préhistoire.

Classe VII. — Bibliographie.

Il restait enfin à présenter une liste de titulaires pour former les différents bureaux de chacune de ces classes, mais l'heure avancée n'a pas permis d'aborder ce dernier point de l'ordre du jour, fort chargé, de la séance.

Toutefois M. le président a cru pouvoir mettre en avant quelques noms, qui ont été admis à l'unanimité. C'est d'abord comme président de la section, M. le général Brialmont, et ensuite comme présidents de chacun des deux groupes, M. le général de Tilly et M. le baron de Sélys-Lonchamps.

Extrait de « l'Étoile belge » du 15 février 1896.

*Pour terminer, nous reproduisons l'article suivant de l'*Étoile belge *du* 15 *février, qui complète, au point de vue documentaire, les données relatives à la phase initiale d'élaboration de la* Section des sciences *de l'Exposition internationale de* 1897.

L'idée lancée par l'*Étoile*, de créer, à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897, une section des sciences pures et appliquées, a fait rapidement son chemin dans le monde. Nous pouvons même dire qu'elle est adoptée en principe.

Le seul point qui reste à résoudre, c'est la question d'argent. Il paraît que les ressources nécessaires font défaut.

C'est ce que le commissaire général, M. le comte A. d'Oultremont, expliquait il y a quelques jours à la deuxième section. On ne peut songer à demander des ressources à la ville de Bruxelles, dont la part d'intervention se chiffre déjà par une somme fort respectable. M. d'Oultremont parlait de s'adresser aux faubourgs. Nous ne voyons pas bien à quel titre. Si les faubourgs veulent contribuer au succès de l'entreprise, qui ne peut d'ailleurs avoir pour eux qu'une influence favorable à leur prospérité, c'est fort bien. Mais l'intérêt de la science pure n'a rien de particulièrement local, de suburbain ou de communal. C'est avant tout un intérêt général, et l'honneur de la seconder doit revenir à l'État, c'est-à-dire au gouvernement.

Nous croyons savoir que celui-ci l'a bien compris et qu'il n'hésitera pas à proposer les crédits nécessaires. Selon la proposition récente du général Hennequin, il sera créé une *Section des sciences pures et des sciences d'observation*, avec leurs applications variées.

Un de nos confrères attribue par erreur l'idée première de cette section à M. Houzeau de Lehaie, ancien député de Mons. Ce savant distingué sera le premier à reconnaître qu'il y a malentendu, que le vrai promoteur est M. Ernest Van den Broeck, Conservateur au Musée d'histoire naturelle. Dès le 15 janvier, jour de l'installation de la commission au Palais des Académies, M. Van den Broeck est en effet venu nous apporter son projet de Section des Sciences, et l'article parut dans nos

colonnes le 26 janvier suivant. Ce n'est que du 7 février que date la communication de M. Houzeau à la section des sciences sociales.

Il serait désirable que MM. Van den Broeck, Houzeau et Hennequin unissent leurs efforts pour arrêter un programme unique et bien pondéré, afin de donner définitivement corps à leur idée, pour la réaliser sur le terrain pratique.

Il faut faire pour la science, aux expositions universelles, ce que l'on fait pour l'art : sa participation doit être internationale et gratuite, elle doit avoir les mêmes prérogatives. Des trois bases principales de l'entreprise, l'art, la science, l'industrie, aucune ne doit dépendre d'une autre, être reléguée dans une situation inférieure.

Pour donner à la section scientifique un véritable attrait, il suffira déjà de réaliser ce que l'on aurait voulu faire aux expositions d'Anvers, à l'exposition nationale de 1880; obtenir des sociétés savantes, des instituts, des établissements officiels l'organisation de conférences, de promenades scientifiques. Là, c'était impossible, à cause de la dispersion de la science dans une foule de sections hétérogènes. Ici, au contraire, ce sera facile. Le concours de tous nos savants est acquis à l'œuvre, **et si la section scientifique est créée, la Belgique aura probablement l'honneur d'indiquer en ce point une voie nouvelle aux organisateurs de la grande exposition universelle de 1900.** On fera désormais pour la science dans les expositions internationales ce que les Anglais font déjà avec tant de succès dans leurs fêtes de la *British Association* et d'autres sociétés savantes.

Somme toute, le crédit demandé au gouvernement ne sera pas bien considérable. Car si la gratuité est réclamée pour les cercles et les instituts scientifiques, elle ne l'est nullement pour les fabricants d'appareils et producteurs quelconques appelés à exposer dans la section, et qui ne demanderaient pas mieux que d'être admis à y installer leurs collections, contre paiement de taxes normales.

SÉANCE MENSUELLE DU 31 MARS 1896

Présidence de M. **L. Dollo.**

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance.

M. *Moulan* promet d'envoyer le diagramme du régime des eaux *des environs de Binche*, pendant six années et celui des eaux *de la Gileppe*, pendant trente années.

M. *E. A. Martel*, secrétaire général de la Société de Spéléologie de Paris, accepte l'échange de nos publications contre celles de la dite Société; il annonce qu'il va nous envoyer divers de ses ouvrages, entre autres « *les Cévennes* » et « *les Abîmes* » et il fait connaître qu'il est tout disposé à nous donner une conférence avec projections sur « *les Cavernes* ».

M. *le Président* se fait un plaisir d'informer ses confrères de la promotion de MM. *De Busschere, Proost* et *de Schrijver* au rang d'*Officiers de l'Ordre de Léopold* et de la nomination de M. *Van Bogaert* en qualité de *Chevalier* du même Ordre *(applaudissements).*

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

2156 **Bittner (A.).** *Bermerkungen zur Neuesten Nomenclatur des alpinen Trias.* Extr. gd in-8°, 32 pages. Wien, 1896.

2157 **Cornet (J.).** *Chemin de fer du Congo, Rapport.* Broch. in-fol., 25 pages.

2158 **Dewalque (G.).** *Pourquoi j'ai donné ma démission. Réponse à M. Mourlon.* Broch. in-8°, 12 pages.

2159 **Gaupillat (G.).** *En ballon libre.* Extr. in-8°, 22 pages. Paris, 1892.

2160 — *Les gorges et ponts naturels de l'Argens, de la Siagne et du Loup.* Extr. in-8°, 12 pages. Paris, 1894.

2161 **Girardot (L. A.).** *Note sur l'étude des mouvements lents du sol*

dans le Jura. Extr. in-8°, 19 pages, 1 pl. Lons-le-Saunier, 1891.

2162 **Gosselet** (**J.**). *Coup d'œil sur le Calcaire grossier du Nord du Bassin de Paris. Sa comparaison avec les terrains de Cassel et de la Belgique.* Extr. in-8°, 11 pages. Lille, 1895.

2163 — *Note sur les troncs d'arbres verticaux dans le terrain houiller de Lens.* Extr. in-8°, 13 pages. Lille, 1893.

1225 **Lancaster** (**A.**). *Le Climat de la Belgique en 1895.* Extr. in-12°, 206 pages, 2 pl. Bruxelles, 1896.

2164 **Launay** (**L. de**) et **Martel** (**E. A.**). *Note sur quelques questions relatives à la géologie des grottes et des eaux souterraines.* Extr. in-8°, 24 pages. Paris, 1890.

2165 **Lapparent** (**A. de**). *Géographie physique.* 1 vol. in-8°.

2166 **Martel** (**Aline**). *Sparte et les gorges dn Taygète.* Extr. in-8°, 31 pages. Paris, 1892.

2167 — *Traversée du Glacier du Jostedal (Norvège).* Extr. in-8°, 16 pages. Paris, 1895.

2168 **Martel** (**E. A.**). *Le Gouffre de Lantouy (Lot).* Extr. in-8°, 11 pages. Brive.

2169 — *Le Gouffre du puits de Padirac.* Extr. in-4°, 16 pages.

2170 — *Sur la formation géologique de Montpellier-le-Vieux (Aveyron).* Extr. in-8°, 4 pages. Paris, 1888.

2171 — *Les aiguilles du Gouter et d'Argentière.* Extr. in-8°, 49 pages. Paris, 1888.

2172 — *Les eaux souterraines des Causses et la formation des Cañons.* Extr. in-8°, 12 pages. Paris, 1889.

2173 — *La Spéléologie.* Extr. in-8°, 8 pages. Paris, 1893.

2174 — *Sous Terre. 6e campagne.* Extr. in-8°, 18 p. et pl. Paris, 1894.

2175 — *Les Abimes.* 1 vol. in-4°, 280 pages et pl. Paris, 1894.

2176 — *Les Cévennes et la région des Causses.* 1 vol. in-4°, 468 pages et pl. Paris, 1894.

2177 — *Le Refuge de Roc de Corp (ou d'Aucor) sous l'Oppidum de Nurcens (Lot).* Extr. in-8°, 12 pages. Brive, 1895.

2178 — *Sous Terre. 7me campagne.* Extr. in-8°, 24 pages. Paris, 1895.

2179 — *Sur de nouvelles observations dans le gouffre de Padirac (Lot).* Extr. in-4°, 3 pages. Paris, 1895.

2180 — *Sur la température des Cavernes.* Extr. in-4°, 3 pages. Paris, 1894.

2181 — et **de Launay**. *Sur des fragments de crânes humains et un débris de poterie contemporains de l'Ursus spelæus.* Extr. in-8°, 9 pages. Paris, 1886.

2182 **Mojsisovics (E. von).** *Ueber den chronologischen Umfang des Dachsteinkalkes.* Extr. in-8°, 36 pages. Wien, 1896.

2183 **Romieux (Cne A.).** *Sur la précision des observations entreprises pour l'étude des mouvements du sol à Doucier (Jura).* Extr. in-8°, 15 pages. Lons-le-Saunier, 1891.

2184 **Sacca (D. E.).** *Le Rhinocéros de Dusino (Rhinoceros etruscus* Falk. var. *Astensis,* Sacc.). Extr. in-4°, 31 pages, 4 pl. Lyon, 1895.

Extraits des publications de la Société :

2185 **François (Chr.).** *Régime hydrologique et puits du Calcaire.* 2 exemplaires.

2186 **Lahaye (Ch.).** *Le forage artésien de l'hôtel des chemins de fer, à Bruxelles.* 2 exemplaires.

2187 **Stainier (A.).** *Extension du massif crétacé de Lonzée.* 2 exemplaires.

2188 — *Note sur le gisement des diamants de Fleurus. Compte rendu de l'excursion dans la vallé de l'Orneau le 29 avril 1894.* 2 exemplaires.

2189 **Storms (R.).** *Quatrième note sur les poissons de l'argile rupelienne.* 2 exemplaires.

2190 **Van den Broeck (E.).** *Quelques mots au sujet de la différence d'étendue des bassins hydrographiques souterrain et superficiel alimentant les sources de la vallée du Hoyoux.* 2 exemplaires.

Périodiques nouveaux :

2191 *Société belge d'Astronomie, Bruxelles.* Bulletin. 1re année, nos 1, 2.

2192 *Travaux de la Section géologique du Cabinet de Sa Majesté, St Pétersbourg.* Vol. I, livr. 1, 2.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

Membre associé étranger.

MM. E. A. MARTEL, Secrétaire général de la Société de Spéléologie, rue Ménars, à Paris.

Cette nomination est faite sous réserve, par suite des dispositions statutaires, de la ratification par l'assemblée générale annuelle.

Membres effectifs.

MM. KESTENS, Lieutenant d'artillerie, adjoint d'état-major, 216, chaussée de Wavre, à Ixelles.

M. MOURLON, Membre de l'Académie royale des sciences, Directeur du Service géologique de Belgique, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

Communications des membres.

1° E. VAN DEN BROECK. **A propos du dimorphisme des Foraminifères et d'une récente communication de M. Schlumberger sur ce sujet.**

Dans un article intitulé : *Note sur la Biologie des Foraminifères*, publié dans le numéro du 1er mars de la *Feuille des jeunes Naturalistes*, M. *Schlumberger* expose les récents résultats obtenus sur la question du dimorphisme des Foraminifères, par M. *F. Schaudinn,* en Allemagne et par M. *J. Lister* en Angleterre. Travaillant isolément, ces deux savants spécialistes sont arrivés, pour ainsi dire ensemble, au même résultat, déjà prévu en 1892 et en 1893 respectivement, par MM. *G. Dollfus* et *E. Van den Broeck*. Le **dimorphisme** des Foraminifères est expliqué par la coexistence de *deux modes de reproduction*, paraissant s'effectuer avec une certaine alternance, bien que l'un de ces modes, comprenant l'émission, et probablement la conjugaison, de spores voyageuses, paraisse devoir être sensiblement plus rare que l'autre : la reproduction par bourgeonnement et formation d'embryons par voie asexuelle.

La présence d'une loge centrale de dimensions très variées : la *microsphère* ou la *mégasphère*, qui caractérise différemment les deux formes de Foraminifères où a été constaté le phénomène du dimorphisme, semble en rapport très général avec ces deux modes reproducteurs, où le phénomène d'*alternance* se présenterait comme suit : La forme A, ou mégalosphérique, laquelle est généralement de petite taille et à grande loge centrale, produit par *gemmation*, pendant un certain nombre de générations, des embryons mégalosphériques et de petite taille, devenant semblables à l'ancêtre considéré. Puis, à la suite d'un phénomène de multiplication nucléaire, où intervient le phénomène de la karyocinèse, il y a formation d'un état de division sarcodique particulier donnant naissance à des spores flagellées, différenciées et voyageuses. Un phénomène de conjugaison *paraît* devoir intervenir alors (processus qui d'ailleurs a été constaté chez certains Amibéens (Arcelles, Difflugies) et la résultante serait la transformation,

après fusion, de ces zoospores nageuses en un noyau *microsphérique*, origine de la forme B, ou de grande taille, du Foraminifère considéré.

La forme B se multiplierait, elle, simplement par gemmules et les embryons ainsi formés à l'intérieur des loges extérieures ou périphériques de la coquille mère, s'en échappent ultérieurement et se présentent sous la forme A, ou mégalosphérique ; arrivés à l'état adulte, ils recommencent le cycle évolutif successif et dualistique.

Dans sa Note exposant les intéressants résultats des deux naturalistes précités, M. Schlumberger rappelle que bien avant qu'il fût question du dimorphisme, signalé pour la première fois en 1880 par M. *Munier-Chalmas*, l'idée d'*un mode multiple de reproduction* chez les Foraminifères avait été émise (dès 1870) par M. *P. Fischer*. L'auteur rappelle aussi qu'en 1892 M. *G. Dollfus* exposa la thèse d'un double mode de reproduction *endogène* (par embryons) et *ectogène* (par fissiparité) comme devant constituer la clef de la solution du dimorphisme, observé déjà chez de nombreux Foraminifères. M. Schlumberger signale enfin l'Étude publiée en janvier 1893 par M. *Van den Broeck* sur le Dimorphisme des Foraminifères. A lire l'exposé de M. Schlumberger, on pourrait cependant croire que l'étude de M. Van den Broeck avait *surtout* pour but de reprendre une ancienne thèse d'après laquelle les Foraminifères, au lieu d'être considérés comme des êtres uniques, pourraient constituer des sortes de colonies, d'agrégats d'individualités distinctes, dont chaque loge représente et contient un être.

M. Schlumberger combat ces vues, qui, en effet, ne paraissent pas devoir se confirmer, mais il oublie totalement de signaler qu'il y a, dans la Note de M. Van den Broeck, une *partie principale*, n'ayant *aucun rapport* avec la suggestion combattue par M. Schlumberger, partie de la dite Note qui a constitué une *réfutation péremptoire des vues soutenues de 1883 à 1891 par M. Schlumberger*, vues d'après lesquelles l'état ou la forme mégalosphérique des Nummulites, Miliolidae et autres foraminifères dimorphes ne serait qu'*un état initial, une forme larvaire*, préalable au facies microsphérique.

Au cours de ses nombreux et remarquables travaux sur le dimorphisme des Foraminifères, M. Schlumberger, tout en avouant de temps à autre certaines hésitations, est revenu *constamment* à cette idée — reconnue actuellement par lui comme non fondée — DES DEUX ÉTATS SUCCESSIFS d'un *même individu*, subissant une transformation structurale interne. Malgré la solide réfutation de cette thèse qui, dès 1881, avait été faite par MM. *de la Harpe* et *von Hantken*, M. Schlumberger, jusque dans son travail de 1891 *(Revision des*

Biloculines des grands fonds), continua à signaler « des arguments sérieux (1), » en faveur de l'hypothèse susdite, qu'il ne se décidait pas à abandonner malgré des difficultés qu'il ne se dissimulait d'ailleurs pas.

Or, la note de 1893 de M. Van den Broeck a eu pour *but principal* de faire éliminer définitivement cette thèse d'une succession d'états dans un même individu, donnant lieu aux formes A et B, ou mégalosphérique et microsphérique. C'est donc *à partir de cette nouvelle démonstration* succédant à celle, restée infructueuse, de MM. de la Harpe et von Hantken, que M. Schlumberger a définitivement renoncé à sa thèse favorite d'une dualité d'états successifs chez un même être. C'est *depuis lors* qu'il a reconnu qu'il s'agit bien, comme l'ont annoncé MM. Dollfus et Van den Broeck, de la conséquence d'une *dualité du mode reproducteur* produisant des êtres différents pour une même espèce, On aurait donc pu s'attendre à ce que, dans son exposé historique du dimorphisme et de son explication définitive, M. Schlumberger eût rappelé autre chose que l'hypothèse très adventive et incidente de M. Van den Broeck au sujet de l'individualité possible des divers segments d'un Foraminifère.

La Note de 1893 de M. Van den Broeck avait *pour objectif principal* de démontrer l'inadmissibilité de la thèse du changement d'état, si longtemps défendue par M. Schlumberger et cet objectif a été atteint, puisque c'est seulement depuis la publication de cette étude que M. Schlumberger a définitivement abandonné les vues erronées que combattait M. Van den Broeck.

Si ce dernier se permet cette petite revendication, ou mise au point historique, c'est parce qu'il est persuadé qu'elle aura l'approbation de son excellent confrère et ami M. Schlumberger lui-même, qui n'aura certainement pas songé que ceux des lecteurs de sa *Note sur la biologie*

(1) *Bull. Soc. Zoologique de France.* Tome IV. 1891, p. 160.

« L'auteur dit : Ce fait est un argument sérieux en faveur de l'une des hypothèses « que nous avons proposées, M. Munier-Chalmas et moi (C.-R. 1883) : à savoir que « la forme B résulte de la résorption de la mégasphère de la forme A et de la for- « mation subséquente des nouvelles loges internes. Malheureusement beaucoup « d'autres faits viennent à l'encontre de cette hypothèse et *la cause première du* « *dimorphisme reste encore inconnue.* »

Il est à remarquer que la seule note publiée par M. Schlumberger (en 1892, au sujet des Foraminifères dragués aux Açores par le Prince de Monaco) entre celle-ci et l'apparition de l'étude de M. Van den Broeck sur les causes du dimorphisme, ne soulève plus la question du dimorphisme ni de son origine. C'est donc DEPUIS la publication de ladite Note de M. Van den Broeck que M. Schlumberger a définitivement abandonné les vues maintenues par lui depuis 1883 au sujet de la prétendue transformation structurale interne des Foraminifères dimorphes.

des Foraminifères qui n'ont pas lu le travail de M. Van den Broeck, ne pourraient nullement se douter du but et de la portée réelle de ladite étude.

2° M. RUTOT dépose le manuscrit d'un travail intitulé : **Note sur quelques points nouveaux de la géologie des Flandres.** L'auteur résume oralement son travail en fournissant quelques détails relatifs à des forages profonds à Bruges, à Lichtervelde, à Eecloo, etc., ainsi qu'à des observations faites dans les collines d'Ursel, Knesselaere, Somergem, où il a constaté des dénivellations de couches tertiaires par suite de tassements dus au foirement des sables aquifères. Enfin l'auteur donne également quelques détails au sujet des couches quaternaires rencontrées dans les mêmes collines.

L'impression du travail de M. Rutot aux *Mémoires* est décidée par l'assemblée.

3° A. RUTOT. — **Sur un nouveau gisement de silex taillés, d'âge probablement intermédiaire entre le Paléolithique et le Néolithique.**

M. Rutot fait également connaître un nouveau gisement de silex taillés qu'il vient de découvrir entre le village de Spiennes et la route de Beaumont.

Il y a en effet ramassé, à la surface du sol, une très grande quantité de silex taillés, de formes absolument semblables à celles qui se rencontrent en abondance à peu de distance de là, à la base du Quaternaire.

M. Rutot a cru d'abord que ces silex étaient des silex quaternaires mesviniens, rejetés sur le sol par une exploitation de phosphate voisine, mais il s'est assuré qu'il n'en était rien.

Les silex reposent bien sur l'ergeron et sont, par conséquent, d'âge néolithique. Toutefois les formes de ces silex diffèrent absolument des formes rencontrées en si grande abondance parmi les éclats de taille du grand atelier néolithique de Spiennes, connu sous le nom de *Champ à cayaux*.

M. Rutot voit dans le nouveau gisement qu'il a découvert, une industrie néolithique très sensiblement plus ancienne que celle du Champ à Cayaux, où se taillait l'ébauche de la hache polie, industrie ayant un aspect paléolithique encore très prononcé et qui viendrait ainsi combler en partie l'hiatus existant jusqu'ici, dans nos connaissances, entre le Quaternaire et le Néolithique du « Champ à cayaux » de Spiennes.

M. Rutot a reconnu dans les collections Nérynckx, conservées au

Musée Royal d'Histoire Naturelle, des séries de silex semblables à ceux du nouveau gîte de Spiennes et recueillies en différents points des environs de Mons. La question du Néolithique ancien semble donc prendre une véritable importance et on pourra sans doute tirer plus tard des faits, d'utiles conclusions.

4° Ed. Bernays. **Recherches dans les sables diestiens, dits à Isocardia cor, mis à jour lors du creusement de l'écluse du bassin Lefèvre en 1894 et 1895.**

M. le Secrétaire présente de la part de l'auteur un manuscrit avec planche exposant les résultats nouveaux et intéressants des recherches paléontologiques de M. Bernays dans les couches pliocènes diestiennes mises à découvert dans les derniers travaux maritimes de la région nord d'Anvers.

Les coquilles recueillies dans les sables à *Isocardia cor* de la nouvelle écluse maritime du bassin Lefèvre s'y trouvent bien *in situ*; les lamellibranches s'y présentent avec les valves réunies. L'un des faits les plus saillants fourni par les recherches paléontologiques de M. Bernays consiste dans l'abondance relative de *Terebratula grandis* Blum., dont précédemment la présence paraissait exceptionnelle à ce niveau. Les affinités de la zone des sables à *Isocardia cor* avec le sable diestien type y trouvent une précieuse confirmation. Parmi les espèces les plus abondantes recueillies avec leurs deux valves réunies, M. Bernays mentionne spécialement : *Lucina borealis* (L), *Astarte corbuloïdes* (Laj.), *Cyprina rustica* (J. Sow.).

Parmi les espèces rares l'auteur a rencontré six exemplaires bivalves de *Rhynchonella Nystii* (Davids) et il en donne de bonnes figures. Dans sa planche il figure de même la *Scalaria Hennei* (Nyst), espèce dont il a trouvé cinq exemplaires bien conservés. Il représente de même une jolie variété (nouvelle) des *Trochus noduliferens* et enfin un *Capulus fallax* à étudier et pouvant peut-être représenter un facies de jeune âge du *Pileopsis ungaricus* (L) *var obliquus* S. Wood.

L'auteur étudie les variations de taille et de caractères de plusieurs espèces pliocènes suivant les zones ou étages stratigraphiques où on les observe, et la voie d'études qu'il signale dans cette direction est assurément des plus intéressantes.

La question du pourcentage des espèces éteintes et encore vivantes occupe ensuite l'auteur, qui montre les raisons pour lesquelles une constatation absolument précise n'est pas encore possible.

Le travail se termine par la liste des espèces recueillies par l'auteur

de 1894 à 1896 dans les sables diestiens à *Isocardia cor* à l'occasion du creusement de l'écluse du bassin Lefèvre, et cette liste comprend l'indication de neuf espèces nouvelles pour la faune du Pliocène diestien belge. De plus, une liste de fossiles scaldisiens, recueillis dans les mêmes travaux, permet de se rendre compte des différences paléontologiques des deux horizons pliocènes considérés.

A la suite du résumé qui précède, exposé par le Secrétaire, l'impression du travail de M. Bernays, avec la planche qui l'accompagne, est ordonnée aux *Mémoires*.

La séance est levée à 11 heures.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Congrès international d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie

IVe Session. — Clermont-Ferrand 1896.

La IVe Session du Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie, conformément à la décision prise au Congrès de Rome en 1894, se tiendra à Clermont-Ferrand du 28 septembre au 4 octobre 1896.

Les Sociétés et Associations scientifiques, les savants de la France et de l'étranger sont invités à prendre part à cette réunion internationale.

Le Congrès se compose de membres honoraires et de membres adhérents, nationaux et étrangers.

Les membres adhérents, nationaux et étrangers, sont soumis à une cotisation de 20 francs.

Le Comité appelle plus particulièrement l'attention sur un certain nombre de questions dont on trouvera plus loin le programme. Ces questions feront chacune l'objet d'un *exposé* ou d'un *rapport* qui sera publié et envoyé à tous les adhérents trois mois avant l'ouverture du Congrès, et servira de point de départ à la discussion dans les séances de sections

En dehors des questions portées sur le programme, d'autres travaux concernant l'hydrologie, la climatologie et la géologie pourront être soumis au Congrès.

Énumération de quelques-unes des questions préparées par le Comité d'organisation

1° dans la Section de Géologie.

I. Influence des tremblements de terre sur le régime des eaux minérales.
II. Gisements géologiques des principales sources du plateau central.
III. Des eaux chlorurées-sodiques dans leurs relations avec les terrains lagunaires.
IV. De l'origine de l'acide carbonique et des produits carburés dans les fumerolles et dans les eaux minérales.
V. Des eaux artésiennes profondes, dans leurs relations avec certaines sources minérales.

2° dans la Section d'Hydrologie (Extrait).

I. De l'action dominante et de la spécialisation des différentes eaux minérales, au point de vue thérapeutique.

V. Etude critique de la législation des eaux minérales et de la police sanitaire dans les stations thermales.

VI. Du captage des eaux minérales.

3° dans la Section de Climatologie (Extrait).

IV. Conditions d'entraînement des poussières dans l'atmosphère. — Influence de ces poussières sur la santé.

Millénaire de la Hongrie. — Congrès des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie.— A l'occasion de la fête du Millénaire de la Hongrie, il sera organisé par les Ingénieurs des Mines et Géologues de ce pays, un Congrès qui aura lieu à Budapest les 25 et 26 septembre 1896, auquel les Ingénieurs et Géologues étrangers sont invités à participer. Il y sera traité des questions scientifiques, techniques, économiques et sociales, des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie. Des excursions en groupes auront lieu après le Congrès, qui fourniront aux membres l'occasion de voir l'exposition de Budapest organisée à l'occasion du Millénaire.

Toutes lettres communicatives devront être adressées à M. *Kerpely*, Président de la Commission d'organisation, 6, rue de Bulyorsjky, à Budapest.

Compte rendu sommaire des études spéléologiques récentes (1895) **de M. E. A. Martel.** — Le n° 4 du Compte rendu sommaire des séances de la Société géologique de France contient l'intéressant exposé qui suit : (Séance du 24 février 1896.)

M. E.-A. Martel fait une conférence avec projections photographiques sur les résultats géologiques de ses *explorations souterraines* en France, Belgique, Autriche, Grèce, Angleterre et Irlande, de 1888 à 1895 (1).

Ses recherches de 1888 à 1893 ont été publiées dans « Les Abîmes » (1894) couronnés par l'Académie des Sciences (Prix Gay). Mais sa huitième campagne (1895) en Grande-Bretagne l'a définitivement confirmé dans les conclusions suivantes :

Les théories de M. Daubrée sur la transformation des fissures du sol en cavernes par les eaux d'infiltration sont absolument exactes.

Les abîmes, *goules* et autres méats de l'écorce terrestre absorbent les eaux météoriques, que les cavernes emmagasinent et que les sources débitent, à l'aide d'un jeu de siphons; la source de Marble-Arch (Irlande) est la plus curieuse à ce point de vue.

Les *trop-pleins* des cavernes expliquent en partie les intermittences des sources (Rjéka du Monténégro, etc.).

Pour l'origine des puits naturels, les diverses théories proposées sont en général trop exclusives; aucune n'est universelle ; les abîmes sont aussi bien dus à des effondrements de voûtes de cavernes provoqués par l'action d'un courant souterrain. qu'à l'usure mécanique et chimique des eaux extérieures absorbées; la théorie geysérienne doit être condamnée.

(1) Portant sur 370 cavités de toutes sortes et 60 kilomètres de levés topographiques souterrains.

L'érosion et la corrosion ont contribué toutes deux à l'agrandissement des lithoclases; et il est impossible de dire, en général, laquelle des deux forces l'a emporté sur l'autre; d'habitude elles ont été et sont encore concomitantes; cependant M. Munier-Chalmas a raison d'insister sur l'importance de la *décalcification* par les eaux chargées d'acide carbonique.

Il n'y a de véritables *nappes d'eau* que dans les terrains incohérents *(terrains d'imbibition)*; dans les terrains fissurés au contraire, il n'existe que des veines, des filets d'eau, formant de proche en proche de vraies rivières souterraines *(terrains de suintement)*; le terme de *nappe d'eau,* trop souvent employé mal à propos, doit faire place à celui de *niveau d'eau.*

Le gouffre de Padirac (Lot) possède une rivière souterraine de 3 kilomètres, constituée par la jonction de diaclases, élevées de 20 à 80 mètres, et de joints de stratification agrandis sur un à deux mètres de hauteur seulement.

Les failles ont, comme toutes les fissures et malgré l'assertion contraire du professeur Boyd-Dowkins (Cave-Hunting, 1874), été utilisées par les eaux souterraines.

Les avens en bouteilles, ou éteignoirs superposés dans des plans verticaux différents, des Causses et du Péloponèse mettent hors de doute leur mode de formation de haut en bas.

L'abîme de *Rabanel,* le plus profond de tous les gouffres français (212 mètres, en quatre étages), a montré le phénomène fréquent de deux grandes diaclases greffées très obliquement l'une sur l'autre, la première transformée en abîme par les eaux extérieures, la seconde (atteinte à 150 mètres sous terre) élargie en caverne par un ruisseau intérieur.

L'abîme de Gaping-Ghyll (Yorkshire) aboutissant à une immense caverne de quatre mille mètres carrés de superficie, sert de réservoir aux eaux souterraines en temps de crues.

Le ruisseau qui s'y engloutit, par une cascade souterraine de cent mètres de hauteur, prouve, comme les autres *swallow-holes* de la région, qu'une des principales causes de la formation des puits naturels, l'absorption des eaux superficielles, subsiste *actuellement* en Angleterre; et que sa disparition presque absolue dans les régions calcaires moins septentrionales des Causses et du Karst peut fort bien ne pas remonter à une époque éloignée.

La théorie du *jalonnement* ou de la superposition *exacte* des gouffres au-dessus des rivières souterraines qui les avaient formés de bas en haut, par voie d'effondrement, est fort loin d'avoir l'application générale que lui prêtait l'abbé Paramelle.

Cependant les effondrements des voûtes de cavernes successives ont pu donner naissance à de vraies vallées : actuellement les grottes et rivières souterraines, en parties à ciel ouvert, de Bramabiau (Gard), Saint-Canzian, (Autriche), les Tomeens (Irlande) en sont d'irréfutables exemples.

Au point de vue stratigraphique les abîmes offrent des coupes géologiques admirablement bien préparées par la nature; ceux des Vitarelles, des Besaces, d'Arcambal (Lot), montrent des contournements de couches très remarquables.

L'abîme de Jean-Nouveau (Vaucluse) de 163 mètres à pic, a établi que l'épaisseur des calcaires coralligènes urgoniens d'origine récifale est en ce point de 150 mètres.

Il faut considérer comme inquiétant, quoique pour un avenir assurément lointain, le dessèchement progressif de la terre, qui a pour conséquence la lente diminution des eaux de sources. Or, jusqu'à nos jours des ruisseaux superficiels se sont conservés

sur les plateaux calcaires de l'Angleterre et de l'Irlande, grâçe aux tourbières, dont le feutre imperméable obstrue les plus petites fissures des roches, et s'oppose à l'absorption immédiate des eaux météoriques On doit en tirer cette conclusion pratique importante, qu'un reboisement intense (auquel les paysans de France font une opposition si condamnable) pourrait, en reconstituant peu à peu la terre végétale, avec l'aide du temps, régénérer des eaux courantes sur les plateaux calcaires du Midi de la France.

Les rapports entre les abîmes et les filons métallifères méritent également d'être recherchés. A l'abîme de Bouche-Payrol, près Sylvanès (Aveyron), M. Gaupillat a rencontré, à 120 mètres sous terre, une galerie d'ancienne mine de cuivre, dont l'orifice extérieur est inconnu. Un filon de fer a été trouvé par M Mazauric dans l'immense hypogée de Bramabiau (Gard, 6.300 mètres de galeries actuellement connues). Les mines de plomb du Derbyshire à Casleton, Matlock, etc., sont particulièrement curieuses.

Les glacières naturelles, la température des cavernes, l'acide carbonique des grottes et ses variations inexpliquées, les fouilles paléontologiques à effectuer dans les talus de débris et cônes d'éboulis qui obstruent le fond de la plupart des abîmes (fouilles qui provoqueraient des trouvailles non moins intéressantes que celles de M. Filhol dans les poches à phosphorites du Quercy), figurent aussi parmi les nombreux sujets d'études que les cavernes offrent aux géologues.

Session extraordinaire de la Société Géologique de France en Algérie. — La réunion extraordinaire de 1896 aura lieu du 7 au 17 octobre dans le massif de Blidah et dans la Kabylie du Djurjura avec excursions facultatives à Constantine, Batna, etc., (y compris Biskra), du 18 au 25 octobre.

Sur l'existence de Dinosauriens, Sauropodes et Théropodes dans le crétacé supérieur de Madagascar, par M. Ch. Depéret.

L'étude des débris fossiles a permis de déterminer deux genres : *Titanosaurus* (Sauropodes) et *Megalosaurus* (Théropodes). Il est intéressant de constater que M. Lydekker *(Paleontologia Indica*, série IV, vol. I) a décrit dans l'Inde, pour l'*horizon de Lameta*, attribué au Crétacé moyen, des débris de Dinosauriens des deux genres *Titanosaurus* et *Megalosaurus*, dont la présence vient d'être signalée dans les couches crétacées supérieures de Madagascar. Cette communauté d'association des genres de Dinosauriens serait un argument de plus à ajouter à ceux qui ont déjà été invoqués en faveur d'une jonction, à l'époque secondaire, entre la grande île de Madagascar et le continent indien.

(Extrait des *C. R. Acad. des Sc. Paris*, 24 février 1896.)

SÉANCE MENSUELLE DU 28 AVRIL 1896

Présidence de M. **L. Dollo.**

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance.

M. le *Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics* envoie une série de documents se rapportant aux matériaux de construction de la province d'Anvers. (Églises, Monuments, etc.)

M. *G. Schmitz* annonce qu'il donnera ultérieurement une conférence avec projections sur « *L'Age de la Houille* ».

M. le *Secrétaire général du Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie de Clermont-Ferrand* fait connaître que le congrès de 1896 se tiendra à *Clermont-Ferrand,* du *28 septembre* au *4 octobre prochain,* sous la présidence d'honneur de M. le Ministre de l'Intérieur. Il invite les Sociétés savantes à s'y faire représenter officiellement.

Le *Comité du Congrès historique et archéologique de Gand* demande à connaître les noms des délégués que la Société se propose d'envoyer au Congrès de Gand.

A l'unanimité des membres présents, MM. le *Dr Jacques* et *A. Rutot* sont désignés à cette fin.

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

2193 **Lang** (O.). *Das nordwestdeutsche Erdölgebiet.* Extr. in-8°, 27 pages. Wien.

Extrait des publications de la Société :

2194 **Béclard** (F.). *Catalogue synonymique des Spirifères du Devonien.* In-8°, 32 pages.

Périodiques nouveaux :

2195 *Associazione scientifica ligure. Porto-Maurizio.* Bullettino. Anno primo, 1895.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Est présenté et élu par le vote unanime de l'assemblée :

M. P. Oppenheim, docteur en philosophie, 158[1], Kantstrasse, à Charlottenburg (Berlin).

Communications des membres.

1° L. DOLLO. — **Sur la Phylogénie des Siréniens.**

A l'occasion du mémoire, accompagné de planches, qu'il prépare depuis quelque temps déjà, sur le *Miosiren*, pour le *Bulletin* de la Société, l'auteur fait connaître ses vues sur la Phylogénie des Siréniens.

Prenant en considération, non seulement l'ostéologie, mais encore diverses autres branches anatomiques, il pense qu'il y a lieu de placer les Siréniens parmi les Ongulés.

Ce vaste groupe comprendrait alors les subdivisions suivantes :

UNGULATA.

I.	II.	III.	IV.
1. *Litopterna.*	1. *Condylarthra.*	1. *Proboscidia.*	1. *Artiodactyla.*
2. *Toxodontia.*		2. *Amblypoda.*	2. *Perissodactyla.*
3. *Typotheria.*		3. *Sirenia.*	3. *Ancylopoda.*
		4. *Hyracoidea.*	

Quant à l'*origine des Siréniens*, il y aurait lieu de la rechercher directement dans les *Condylarthra*.

2° M. E. VAN DEN BROECK fait une communication dont il a fourni la rédaction suivante (1) :

COMMENT FAUT-IL NOMMER LES NUMMULITES

EN TENANT COMPTE DE LEUR DIMORPHISME ?

Appel aux biologistes, géologues et paléontologistes

PAR

Ernest Van den Broeck

Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

La question, actuellement résolue, des origines et de la signification du dimorphisme des Foraminifères, et des Nummulites en particulier, où le phénomène est si nettement accentué, doit être étudiée dans ses importantes conséquences par rapport à la *Nomenclature*.

(1) Profitant du retard prolongé survenu dans la publication de la présente note, l'auteur l'a complétée et mise au point en *avril 1899*, de manière à ne plus se borner à la simple question qu'il avait posée tout d'abord et à pouvoir fournir les deux solutions entre lesquelles un choix définitif paraît devoir se faire actuellement.

Il est maintenant acquis que les *couples nummulitiques* dont l'existence a été constatée dans les divers niveaux et gisements à Nummulites, ne sont nullement, comme on l'avait cru jusqu'ici, les représentants de *deux espèces distinctes*. Il s'agit tout simplement de deux formes, dites A et B, d'*une même espèce*, dont l'une, la forme A, ou *mégalosphérique*, est caractérisée par une petite taille contrastant avec une grande loge centrale (la mégasphère de M. Schlumberger) et dont l'autre, la forme B, ou *microsphérique*, acquiert généralement une plus grande taille, contrastant avec une loge initiale pour ainsi dire invisible à l'œil nu, ou de très petites dimensions (la microsphère de M. Schlumberger). Au point de vue numérique, l'association des deux formes ne se fait nullement par parties égales dans un nombre donné d'exemplaires considérés. C'est la petite forme A, c'est-à-dire la Nummulite du type mégalosphérique qui est, de beaucoup, la plus répandue. Cela est poussé à un point tel que parfois on parvient à grand'peine à trouver pour 100 exemplaires du type mégalosphérique, un ou deux individus de la forme microsphérique. Une proportion qui s'établit souvent, du moins dans nos dépôts éocènes, est celle de 90 à 95 % d'exemplaires du type A, en regard de 10 à 5 % d'exemplaires du type B. Dans deux gîtes voisins, ou même dans les diverses parties ou zones nummulitifères d'un même gîte, le pourcentage de formes A et B d'une même espèce de Nummulite varie parfois très sensiblement.

D'après M. Munier-Chalmas, ce serait la résultante d'un classement *post-mortem*, causé par les *courants marins* se trouvant en présence d'organismes de formes et de diamètres différents, et les ayant mécaniquement classés et rassemblés suivant l'influence de multiples facteurs locaux, non en rapport avec la répartition initiale des organismes à l'état vivant. Quoi qu'il en soit, on peut affirmer que dans l'immense majorité des cas, c'est la petite forme A, ou à grande loge initiale, *qui l'emporte de beaucoup* sur l'autre, de grande taille. Cela provient de la cause même du dimorphisme, qui donne naissance à un nombre beaucoup plus considérable d'individus du type A que du type B. Cette cause est la DUALITÉ du *mode reproducteur*, lequel, à en juger par ce qui se passe chez les Polystomelles, étudiées par *Lister* et *Schaudinn* et qui appartiennent à la famille des *Nummulitidae*, devait s'effectuer ainsi : Pendant un certain nombre de générations successives, la forme normale A, soit la petite Nummulite mégalosphérique, devait produire des gemmules, ou embryons, constitués par une mégasphère, point de départ d'individus identiques à la petite Nummulite A.

Puis, afin de parer sans doute à une tendance parfois trop accentuée de diminution de taille dans le produit de ces générations successives

et identiques à elles-mêmes, un mode reproducteur différent se produisait et certains exemplaires d'une génération donnée de la forme A donnaient naissance — après un travail *de division* interne karyocinétique nucléaire et de répartition protoplasmique correspondante — à un essaim de spores flagellées, c'est-à-dire adaptées à la vie errante. Ces zoospores, différenciées elles-mêmes en microspores et en macrospores, se conjugaient sans doute (sans qu'on puisse cependant l'affirmer) pour donner ensuite naissance par leur fusion intime à une *microsphère*, que recouvrait bientôt *un test calcaire*, première loge et point de départ de la forme nummulitique B, ou de grande taille. Comme celle-ci — à en juger par ce qui a été observé chez divers genres de *Foraminifères* vivants — ne donnait, parvenue à son stade reproducteur, que des embryons normaux à loges *mégalosphériques*, produisant de nouveaux individus normaux ou de petite taille de la forme A, il devait résulter de cette proportion irrégulière des deux modes générateurs alternatifs que c'est la forme A, ou mégalosphérique, qui devait naturellement l'emporter, de beaucoup, dans le pourcentage général des formes A et B d'une même espèce de Nummulite.

Il est fort possible, probable même, que sous l'influence de certaines conditions soit biologiques, soit du milieu habité, le processus générateur effectué par l'intermédiaire des zoospores flagellées et voyageuses, pouvait exceptionnellement prendre une représentation plus accentuée. L'essaimage et la faculté migratrice, qui sont l'apanage de ce mode générateur par zoospores voyageuses, pouvaient alors devenir, dans certains cas, des éléments favorables à la préservation, voire même au déplacement latéral, soit à la migration de l'espèce si, par exemple, les profondeurs d'eau réclamées pour sa conservation venaient à se modifier par suite de l'extension ou du retrait géographique des eaux marines. C'est ce qui expliquerait les différences notables parfois observées dans certains gîtes, ou niveaux de quelques localités nummulitifères, où, exceptionnellement, on trouve profondément modifié et même renversé le pourcentage comparatif habituel des formes A et B.

Ceci établi, M. Van den Broeck, dans sa communication, en arrive à la **nomenclature** des Nummulites.

Il faut tenir compte, dit-il, tout d'abord, de ce fait que les formes A et B d'une même espèce ont, jusque dans ces toutes dernières années, été considérées comme *des espèces distinctes* et nullement comme des aspects dimorphiques, des manières d'être différentes d'une *seule et même espèce*. L'association de deux formes dites spécifiques (reconnues

comme très voisines et appartenant régulièrement à un même groupe naturel de Nummulites : striées, granulées ou plissées, etc.), avait, il est vrai, attiré l'attention des observateurs et M. *de la Harpe*, entre autres, créa pour ces curieuses associations, méconnues cependant dans leur sens véritable, des *échelles de Nummulites*, en séries spécifiques doubles.

Faute de la clef du phénomène que devait fournir le double processus générateur, origine du dimorphisme, les formes A et B d'une même espèce étaient et sont donc connues *sous deux noms spécifiques différents*. Or, puisqu'il n'en faut plus qu'un seul, au point de vue strictement biologique ou morphologique, LEQUEL faut-il adopter ?

Tel est actuellement l'état de la question.

Dans cette première communication sur cet important objet, M. *Van den Broeck* préfère ne pas faire de proposition définitive ou formelle, d'autant plus que la solution, quelle qu'elle soit, est appelée à bouleverser complétement la nomenclature des Nummulites qui, par le fait des conséquences de la dualité de formes de chaque espèce, jusqu'ici décrite et figurée, très généralement sous deux noms spécifiques différents, vont se trouver réduites à peu près *de moitié en nombre !*

Certes il serait fort aisé, pour les espèces qui resteront à décrire et à nommer, de ne donner qu'un seul nom spécifique, accompagné de la mention : forme A et forme B, représentée, par exemple, par la simple adjonction de ces lettres A ou B. Mais lorsqu'on envisage les noms *déjà donnés* aux Nummulites, peut-on raisonnablement adopter et appliquer les lois strictes de la priorité en matière de Nomenclature et conserver le nom de la forme — A ou B indifféremment — la plus anciennement décrite et figurée d'une espèce donnée de Nummulite ? A première vue cela paraît fort simple, mais les inconvénients de ce système sont nombreux et paraissent même devoir s'opposer à l'adoption de cette décision, malgré son accord avec les règles admises de la nomenclature.

Parmi ces inconvénients, M. Van den Broeck signale le fait que le nom spécifique ainsi adopté des Nummulites correspondrait à des états biologiques distincts, à des modes générateurs différents. L'inégalité numérique qui différencie, d'une manière si utile et si intéressante pour le stratigraphe, la proportion des formes A et B des Nummulites, disparaîtrait sous l'hétérogénéité d'une Nomenclature qui élèvera au rang de TYPE spécifique tantôt *l'abondante forme* A, tantôt *la très rare forme* B, suivant cet élément de pur hasard, et sans valeur zoologique aucune,

que l'une de ces formes d'une même espèce a été nommée et décrite *avant* l'autre. Si, par un artifice quelconque, pouvant utilement servir à désigner différemment les deux formes A et B d'une même espèce, on arrivait à conserver les deux noms primitivement donnés, il faudrait encore adjoindre à la formule des signes, des abréviations à positions variables, indiquant si le nom en vedette, ou réellement spécifique, appartient à la forme mégalosphérique ou à la forme microsphérique.

Le système qui paraît à M. Van den Broeck le plus simple et le plus rationnel consisterait à établir comme *principe* que la *petite forme* A, à *grosse loge centrale*, étant celle qui correspond généralement à l'*immense majorité* des exemplaires dans la plupart des gîtes nummulitiques et étant en même temps celle dont le processus générateur est, sinon le plus normal, du moins le plus fréquent et fournissant le plus souvent une proportion d'au moins 90 % d'individus de l'espèce considérée, devrait *être systématiquement considérée* comme le TYPE *de l'espèce.*

La *forme* B, à *loge initiale microsphérique*, avec son processus générateur ayant fait appel à l'intermédiaire et sans doute à la conjugaison de zoospores, paraissant n'avoir d'autre but que de s'opposer à une diminution de taille des Nummulites si abondantes de la forme A, correspond à un processus reproducteur spécial et périodique, parfois si *exceptionnellement* rencontré, que la proportion de 1 % en indique l'extrême rareté dans certains de nos gîtes nummulitiques belges.

Dans ces conditions, la forme A, ou mégalosphérique, paraît pouvoir revendiquer en sa faveur le choix à faire du nom spécifique à adopter et, entre autres avantages, ce principe de conserver comme nom typique d'espèce la dénomination donnée à la forme mégalosphérique A, aurait celui de réaliser une absolue *unité biologique* dans la nomenclature des Nummulites.

A cela il y aurait un autre avantage encore, fait ensuite observer M. Van den Broeck. C'est que la grande abondance comparative de la forme A, qui constitue la règle de répartition des formes A et B, ayant toutes les chances d'avoir de prime abord et depuis longtemps attiré l'attention des chercheurs et des descripteurs, cette forme mégalosphérique a dû être *bien souvent* la première décrite.

Il en résulte que les Nummulites les plus connues, les plus caractéristiques des terrains et les plus abondantes de beaucoup dans la plupart des gîtes, *conserveraient le nom spécifique sous lequel elles sont actuellement connues.* Ces diverses raisons et d'autres encore qu'énumère M. Van den Broeck, l'engagent à faire les propositions sui-

vantes qu'il émet **en vue d'obtenir à leur sujet l'appréciation des rhizopodistes** et notamment de ceux qui se sont occupés ou qui tiennent compte de l'important phénomène du dimorphisme des Foraminifères :

1° Le remaniement de la nomenclature des Nummulites, impérieusement exigé par l'état actuel des connaissances sur le dimorphisme des Foraminifères, pourrait s'effectuer en posant comme principe que *la forme* A, ou *Nummulite de petite taille*, à loge initiale *mégalosphérique*, représente LE TYPE NORMAL de l'espèce, tout au moins au point de vue de la FRÉQUENCE RELATIVE ;

2° En conséquence, après avoir dressé pour les divers terrains, horizons, niveaux et gisements nummulitiques, l'*échelle double* ou dimorphique des espèces telles qu'elles ont été décrites et figurées, mais sous deux noms différents, on prendrait systématiquement comme NOM SPÉCIFIQUE le nom de la **forme A** ou **mégalosphérique** de chacun de ces anciens couples dits spécifiques distincts, et cela sans tenir compte des questions de priorité de dénomination s'appliquant aux formes **B**, ou microsphériques, du couple constituant la forme spécifique considérée ;

3° Par suite de l'intérêt que présentent, tant au point de vue biologique que stratigraphique, la présence et le degré d'abondance de la forme B ou microsphérique, ainsi que ses rapports avec la forme A, il convient, dans la solution à intervenir, *de ne pas supprimer de la nomenclature* la mention ni la dénomination, antérieurement connue — sous forme spécifique — de la forme B ;

4° En conséquence, réservant au nom adopté comme spécifique, sa place habituelle après le nom générique, on conviendrait que, sans autre adjonction, ce dispositif normal de notation spécifique correspondra régulièrement à la forme A, ou mégalosphérique. Pour désigner la forme B, ou microsphérique, on enfermera *entre parenthèses*, à la suite de cette première notation, la lettre majuscule **B** en lettre grasse romaine (1) suivie de l'ancien nom spécifique naguère donné à cette forme microsphérique **B**. Ce dispositif n'exclut nullement la mention adventive d'un nom de variété ; ce qui est un précieux avantage pour arriver à une caractérisation précise, ou pour étudier la variabilité des types spécifiques sous leurs deux formes A et B. Il est à remarquer que

(1) Il convient d'employer de préférence, pour les *indices* dimorphiques appliqués aux noms des Nummulites, des majuscules en lettres *grasses et romaines* **A** et **B**, — non suivies d'un point — pour différencier nettement ces indices des majuscules ordinaires en caractères italiques, qui représentent généralement l'abréviation des *noms génériques*, lorsque, dans une liste ou une énumération, ces noms génériques ne sont pas répétés pour chaque espèce.

les mêmes principes et dispositions peuvent être appliqués aux *Miliolidæ* et aux autres types de Foraminifères dimorphiques.

Les règles de la nomenclature et de la priorité des *noms spécifiques* les plus anciens ne se trouvent que partiellement violées par cette proposition puisqu'il ne s'agit, en réalité, que du choix judicieusement systématique à faire entre le nom donné à une forme normale par sa constante abondance et celui d'un facies pour ainsi dire exceptionnel, d'une *seule et même espèce*, biologiquement parlant.

Il est à remarquer encore, pour justifier cet accroc relatif aux règles de la nomenclature, que l'ancien article 11 des Règles de la Nomenclature zoologique, rédigées par Strickland en 1842 et adoptées par le Congrès de 1865 de l'Association britannique, à Birmingham, disait ceci : Un nom peut être abandonné et changé lorsqu'il implique une fausse indication contribuant à propager d'importantes erreurs.

Comme la connaissance du dimorphisme est toute récente et que l'idée du « *couple* nummulitique » constitue une importante erreur, on est donc fondé à abandonner comme noms spécifiques les dénominations erronées faites sur les états différents d'une même espèce.

Appliquant ce qui précède aux *Nummulites de l'Eocène belge* telles qu'elles sont actuellement connues, c'est-à-dire en laissant de côté les variétés non encore publiées, en partie décrites dans un travail manuscrit (en préparation) de MM. *de la Harpe* et *Van den Broeck*, on obtiendrait le tableau suivant :

1° NUMMULITE STRIÉE, DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR (Ypresien, Paniselien) :

Nummulites elegans, Sow. (1).
Nummulites elegans (**B** *planulata)*, Lmk (2).

2° NUMMULITE SUBRETICULÉE, DE L'ÉOCÈNE MOYEN (horizon inférieur : Bruxellien) :

Nummulites Lamarcki, d'Ar. et H. (3).
Nummulites Lamarcki (**B** *lævigata)*, Brug. (4).

3° NUMMULITE STRIÉE, DE L'ÉOCÈNE MOYEN (hor. sup^r : Laekenien) ET DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR (Ledien, Wemmelien) :

Nummulites variolaria, Lmk (5).
Nummulites variolaria (**B** *Heberti)*, d'Ar. et H. (6).

4° NUMMULITE ASSILINIFORME DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR (horizon supérieur : Asschien) :

Nummulites Wemmelensis, d. l. H. et V. d. B. (7).
Nummulites Wemmelensis (**B** *Orbignyi)*, Galéot. (8).

(1) 1829 ; (2) 1804 ; (3) 1853 ; (4) 1789 ; (5) 1804 ; (6) 1853 ; (7) 1883 ; (8) 1837.

Outre ces quatre espèces de Nummulites, chacune représentée par ses états morphologiques différents A et B, c'est-à-dire mégalosphériques et microsphériques, placés l'un sous l'autre dans le tableau qui précède, il existe encore près d'une vingtaine de variétés inédites, qui seront décrites ultérieurement.

Rien n'est plus facile que d'ajouter ces noms de variétés aux notations qui précèdent.

Ainsi pour la variété *Bruxellensis* de la forme mégalosphérique de la *Nummulites variolaria*, nous obtiendrons la notation suivante : *N. variolaria*, Lmk. var. *Bruxellensis*, d. la H. et V. d. B.

Pour la variété *Gantina* de la forme microsphérique de la même espèce, nous obtiendrons la notation ci-dessous : *N. variolaria* (**B** *Heberti)* d'Ar. et H. var. *Gantina*, de la H. et V. d. B. (1).

Il est bien entendu que le tableau qui précède ne se rapporte qu'aux Nummulites de l'*Éocène* belge. M. Van den Broeck possède encore une Nummulite, assez rare toutefois, dans l'Oligocène inférieur du Limbourg (Tongrien marin et inférieur, de Grimmertingen); elle appartient à l'espèce oligocène bien connue *Nummulites Boucheri* de la H. et est accompagnée de sa forme **B** rappelant absolument la *N. Wemmelensis* (**B** *Orbignyi)* de l'Éocène inférieur.

Quelles objections maintenant peuvent être faites à la proposition qui précède?

D'abord, que les lois de la nomenclature zoologique sont implacables ! Comme le disait M. *Van den Broeck* à la séance du 5 février 1881 de la Société royale Malacologique de Belgique (2), où furent discutées dans leurs applications paléontologiques les règles admises de la nomenclature zoologique « on donne la préférence au nom qui a droit de priorité; la forme figurée fût-elle bien ou mal classée, l'échantillon eût-il des caractères anormaux ou mal développés, ou ne représentât-il qu'une variété, une forme spéciale, ou même accidentelle. »

Évidemment si l'on est forcé d'admettre strictement des vues aussi formelles, alors on ne pourra pas admettre la proposition ci-dessus. Que deviendra dans ce cas la nomenclature et que seront les dénominations des Nummulites, bien entendu en continuant à y apporter ce tempérament qu'il *n'est pas possible de supprimer* les noms de celle des deux formes A et B, qui a été décrite et nommée postérieurement à

(1) On pourrait à la rigueur fournir l'indication du nom, un peu compliqué, des auteurs ici associés dans ces désignations de variétés, d'une manière plus simplifiée et remplacer de la H. et V. d. B. par H. V. B.

Ceci est d'ailleurs indépendant du mode de nomenclature employé.

(2) Tome I de la 3e Série (T. XVI, 1881), p. XXXIV.

l'autre? La Stratigraphie, surtout quand il s'agit de guides et de repères aussi précieux et aussi constants que les Nummulites, leurs diverses formes et variétés, n'admettra à aucun prix la *suppression pure et simple* de la moitié des noms s'appliquant aux diverses formes distinctes connues et décrites jusqu'à ce jour.

Voici, si les règles strictes de la nomenclature zoologique doivent décidément l'emporter, de quelle manière M. *Van den Broeck* proposerait leur application à la nomenclature des Nummulites. On aurait pour les quatre espèces de notre Éocène belge :

1° NUMMULITE STRIÉE DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR :

Nummulites **B** *planulata*, Lmk (1).
Nummulites planulata, Lmk (**A** *elegans*, Sow) (2).

2° NUMM. SUBRÉTICULÉE DE L'ÉOCÈNE MOYEN (horiz. infr) :

Nummulites **B** *lævigata*, Brug (3).
Nummulites laevigata, Brug (**A** *Lamarcki*, d'Arch. et H.) (4).

3° NUMM. STRIÉE DE L'ÉOCÈNE MOYEN (horiz. supr)
ET DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR :

Nummulites **A** *variolaria*, Lmk (5).
Nummulites variolaria, Lmk (**B** *Heberti*, d'Ar. et H.) (6).

4° NUMM. ASSILINIFORME DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR (horiz. supr) :

Nummulites **B** *Orbignyi*, Gal. (7).
Nummulites Orbignyi, Gal. (**A** *Wemmelensis*, H. V. B.) (8).

Le système consiste, en un mot, à appliquer strictement les règles de la nomenclature zoologique; mais, grâce au maintien de la dénomination des deux facies dimorphiques, précisés dans leur signification morphologique par *l'adjonction, constante cette fois-ci, de l'indice* **A** *ou* **B**; grâce aussi à l'emploi de la *parenthèse*, qui montre qu'il ne s'agit plus ici d'un nom spécifique, on arrive assez aisément à concilier les divers intérêts en présence; soit à ne rien supprimer des données nécessaires au stratigraphe, tout en renseignant le biologiste sur la signification morphologique de l'organisme dont on lui fournit la dénomination.

Voici donc en présence DEUX MODES DE NOTATION : le premier s'écartant des règles ordinaires de la nomenclature zoologique, le second s'y conformant, ou du moins ne réclamant aucune exception. Tous deux permettent, tout en tenant compte des révélations du *dimorphisme rhizopodique*, de conserver les noms sous lesquels sont connues les Nummulites dans la nomenclature actuelle, et cependant

(1) 1829; (2) 1804; (3) 1853; (4) 1789; (5) 1804; (6) 1853; (7) 1883; (8) 1837.

d'être toujours nettement fixé sur la valeur morphologique du facies spécifique considéré; c'est-à-dire que l'on saura toujours, quelle que soit celle des deux solutions que l'on adopte, si l'on se trouve en présence du facies *mégalosphérique* ou du facies *microsphérique* de l'espèce considérée.

L'avantage du PREMIER SYSTÈME de notation ici proposé par M. *Van den Broeck* consiste en ce que, d'une manière uniforme pour toutes les espèces de Nummulites, il y aurait dans la nomenclature une *absolue unité au point de vue biologique* puisque ce serait invariablement le type *mégalosphérique* qui se constituerait le parrain du *nom spécifique adopté*, en même temps qu'il est la forme la plus abondante de beaucoup dans les gisements nummulitifères. Cet avantage serait *considérable* si l'on était à même d'affirmer que la forme A représente bien le *type réel* et le développement normal de l'espèce. Mais, malgré sa rareté, le type microsphérique B, dont le but paraît être de ramener les représentants de l'espèce à une plus grande taille, présente un mode reproducteur qui, par suite du fonctionnement et spécialement par suite de la *conjugaison probable* de ses zoospores, paraît indiquer un processus reproducteur *d'ordre plus élevé* que la simple gemmulation de la forme mégalosphérique. Biologiquement, ce serait à la forme B ou microsphérique qu'il faudrait alors se référer pour caractériser l'*état le plus parfait* des Nummulites, et évidemment, s'il en est réellement ainsi, le premier mode de notation et de dénomination proposé perdrait une partie de ses avantages, ceux-ci étant réfugiés seulement dans le domaine stratigraphique et dans l'unité de plan qu'il présente au point de vue biologique, pour la dénomination des Nummulites.

La raison du DEUXIÈME SYSTÈME de notation proposé par M. Van den Broeck consiste en ce que, outre les avantages communs aux deux systèmes et rappelés tantôt, il s'accorde infiniment mieux que le premier système avec les règles de la nomenclature zoologique.

Mais l'on est en droit, avant de prendre une décision définitive, de se demander s'il n'y aurait pas lieu de faire pour les Rhizopodes et notamment pour les Foraminifères (*Nummulites*, *Miliolidæ* et autres groupes *dimorphiques*, si nombreux et divers), ce qui a été fait *à titre d'exception* pour d'autres groupes inférieurs d'organismes, où l'on a appliqué la règle n° 11 rappelée plus haut. En effet, chez certains Helminthes et autres animaux où, à l'époque des décisions des Comités de nomenclature, les progrès scientifiques avaient déjà fait connaître pour un même organisme une dualité d'états, dont des exemples clas-

siques sont fournis par le *Tænia* et le *Cysticerque*, ou *scolex* correspondant, il a été admis comme EXCEPTION aux règles ordinaires de la nomenclature, qu'il n'y avait pas lieu de devoir s'astreindre à choisir *par ordre d'antériorité*, entre les éléments hétérogènes des cas de dimorphisme tout particulier d'animaux se présentant sous ces formes distinctes.

En vue d'éviter les inconvénients d'attribuer indifféremment le nom spécifique, tantôt à l'expression biologique et au type morphologique constitué par la forme A ou *mégalosphérique*, procédant de tel processus reproducteur, tantôt à celle constituée par la forme B ou *microsphérique*, constituée par un processus reproducteur différent, il est certain que le PREMIER SYSTÈME de nomenclature et de notation rhizopodique proposé par M. Van den Broeck est infiniment plus favorable que l'autre, vu surtout cet argument adventif de l'immense majorité d'exemplaires qui constitue, dans la répartition proportionnelle des formes A et B, le cas général.

Aussi est-ce ce PREMIER SYSTÈME que M. Van den Broeck voudrait voir adopter, mais il ne pourrait l'être — vu l'opposition qui risque d'être faite au nom des règles de la nomenclature — que si de nombreux spécialistes, c'est-à-dire les rhizopodistes de tous pays, pouvaient s'entendre, pour décréter qu'*il en sera décidé ainsi* et qu'au prochain Congrès international de Zoologie il sera réclamé, au même titre que cela a été fait précédemment pour d'autres types d'organismes (dimorphes ou polymorphes, il est vrai, dans leur évolution individuelle), une *loi d'exception* en faveur des Rhizopodes et surtout des Foraminifères dimorphiques.

C'est avec l'espérance qu'il sera répondu **au présent appel, spécialement adressé aux rhizopodistes de tous pays**, que M. Van den Broeck leur dédie cette Note préliminaire et sans conclusion *absolue*, désireux qu'il est de pouvoir tenir compte des appréciations, objections et innovations que voudraient bien lui présenter ses confrères en rhizopodie, pour arriver à *une entente commune* pouvant servir de base à une décision formelle, d'où dépendront la nomenclature et le système définitif de dénomination des Foraminifères dimorphiques, et spécialement de l'important genre NUMMULITE, si précieux en géologie et dans les études de comparaison stratigraphique.

Il prie donc INSTAMMENT les naturalistes : biologistes, paléontologues et géologues qu'intéresse cette question de la *Nomenclature des Foraminifères* et notamment des *Nummulites*, de bien vouloir, le plus promptement possible, lui envoyer, soit au *Musée*, soit

39, place de l'Industrie, à Bruxelles, l'exposé de leur manière de voir sur le sujet considéré dans la présente Note.

Au point de vue de l'application des règles de la nomenclature, le débat se trouve localisé dans les données suivantes :

Si l'on se reporte aux Règles de nomenclature définitivement adoptées par le Congrès international de zoologie de Moscou, qui, en août 1892, a complété le code de Nomenclature zoologique édifié en 1889 à Paris par le Congrès précédent, lequel avait proposé les dites règles (1), on constate, dit M. Van den Broeck, que le chapitre VII, relatif à la *Loi de priorité*, comprend parmi ses treize articles le suivant : l'*Article 16*, dont les termes représentent l'adoption scrupuleuse de ceux de l'ancien article 46 du Congrès de Paris.

ART. 16. — La loi de priorité doit prévaloir et, par conséquent, le nom le plus ancien doit être conservé :

a. — Quand une partie quelconque d'un être a été dénommée avant l'être lui-même (cas des fossiles).

b. — Quand la larve, considérée par erreur comme un être adulte, a été dénommée avant la forme parfaite.

Exception doit être faite pour les Cestodes, les Trématodes, les Nématodes, les Acantocéphales, les Acariens, et en un mot pour les animaux à métamorphoses et à migrations, dont beaucoup d'espèces devraient être soumises à UNE REVISION, D'OU RÉSULTERAIT UN BOULEVERSEMENT COMPLET DE LA NOMENCLATURE.

c. — Quand les deux sexes d'une même espèce ont été considérés comme des espèces distinctes, ou même comme appartenant à des genres distincts.

d. — Quand l'animal présente une succession régulière de générations dissemblables, ayant été considérées comme appartenant à des espèces ou même à des genres distincts.

C'est par application normale du paragraphe *d* de l'article 16 que l'on pourrait n'être pas autorisé à accepter la PREMIÈRE proposition de M. *Van den Broeck*, puisque ce texte oblige à appliquer simplement la loi de priorité chez les Nummulites, êtres à « successions régulières de générations dissemblables » dont les aspects différents les ont fait considérer « comme appartenant à des espèces distinctes ».

Mais l'on a largement le droit d'interjeter appel de cette obligation en suite des *motifs* qui ont permis, en 1889 et en 1892, d'admettre pour le paragraphe *b* du même article 26, la série d'exceptions énumérées plus haut.

Le but de cette exception et le motif de sa raison d'être sont la

(1) Voir : *Bull. Soc. zoolog. de France*, t. XIV, 1889, p. 281 et t. XVII, 1892, p. 198.

crainte justifiée du bouleversement complet de la nomenclature, qui provoquerait une revision en ce sens des espèces publiées.

Or ce motif, ce bouleversement complet de la nomenclature des Foraminifères dimorphiques tels que les *Nummulitidae*, les *Miliolidae* et les représentants de bien d'autres familles, il est inévitable de toutes manières assurément ; mais il devient moins profond, moins révolutionnaire et donne lieu dans le choix des types à moins d'*hétérogénéité* au point de vue *biologique*, si l'on admet la première proposition de M. Van den Broeck qui a, en même temps, l'avantage de conserver comme type spécifique le nom de la forme de beaucoup *la plus répandue* généralement dans les divers gisements et niveaux à Nummulites.

Si les Rhizopodistes pouvaient s'entendre sur la résolution à prendre et s'il y avait lieu de réclamer en faveur du *dimorphisme* initial des Foraminifères et Nummulites l'application, au paragraphe *d* de l'article 16, d'une **exception** analogue à celle déjà attribuée pour plusieurs groupes d'animaux (que l'on pourrait qualifier de dimorphiques également) au paragraphe *b* du même article, il ne resterait plus alors qu'à *formuler les termes de la dite exception* et de la présenter au vote du prochain Congrès international zoologique de Berlin en 1901.

Mais, sans attendre cette confirmation officielle, on pourrait toujours prendre dès maintenant une décision, qui, si elle est partagée par un certain nombre de spécialistes, ne manquera pas de faire force de loi et d'être acceptée par le susdit Congrès.

Tel est le but du REFERENDUM organisé par M. *Van den Broeck*, et auquel il prie instamment ses confrères en Rhizopodie, ainsi que les géologues et les paléontologistes *de bien vouloir répondre*.

3° R. STORMS. — **Première note sur les Poissons wemmeliens de la Belgique.**

L'auteur dépose un travail manuscrit avec planches, dont M. le Président résume brièvement le contenu et dont l'assemblée décide l'impression aux *Mémoires*.

Quatre espèces forment l'objet de cette étude et trois d'entre elles sont nouvelles. Ce sont : *Serranus Wemmeliensis*, Acanthoptérygien recueilli par M. le Dr Putzeys dans les sables wemmeliens (Eocène supérieur) de Neder-over-Heembeek, en Brabant, et qui diffère des dix espèces connues du genre *Serranus*, dont aucune d'ailleurs n'appartient à l'horizon géologique de cette nouvelle forme spécifique.

Apogon macrolepis, petite espèce de Téléostéen dont les congénères paraissent avoir été très nombreux dans nos sables wemmeliens, au point d'y constituer par leurs restes, malheureusement très friables et

difficiles à conserver, de véritables bancs, encore faiblement indiqués au sein des dépôts. Les deux espèces connues d'Apogon proviennent l'une du Miocène inférieur de Chiavon, l'autre de l'Eocène de Monte-Bolca. La caractéristique de l'espèce nouvelle décrite par M. R. Storms consiste en la grandeur de ses écailles. Les vestiges recueillis proviennent de Neder-over-Heembeek (Dr Putzeys) et de Wemmel (G. Vincent).

Eomyrus Dolloi, représenté par un crâne et des vertèbres recueillis par M. G Vincent à Wemmel même, aux portes de Bruxelles. C'est un *Murænidé* d'un type plus primitif que *Myrus* et pour lequel l'auteur propose la création du genre nouveau : *Eomyrus*.

Ctenodentex (Dentex) laekeniensis, décrit par l'auteur d'après deux exemplaires appartenant au Musée de Bruxelles, n'est pas une espèce nouvelle.

Un premier exemplaire, découvert par M. *G. Vincent* dans les sables de Wemmel, à une époque où ce dépôt n'avait pas encore été séparé du Laekenien, a été décrit en 1872 par M. *P. J. Van Beneden*, qui lui a donné le nom de *Dentex Laekenensis*. Mais un second échantillon, plus complet, ou du moins mieux conservé que le premier, a été recueilli par M. J. Putzeys dans le même terrain et a permis à l'auteur de reconnaître que ce poisson n'est pas un *Dentex*. De plus il y a lieu d'en faire le type d'un genre nouveau, à ranger parmi les onze genres de la famille des Sparidés à dents pointues et dont quelques-unes sont développées en canines.

Le travail d'études anatomiques minutieuses et de comparaison auquel s'est livré l'auteur donne à son étude descriptive une grande valeur et en fait un véritable modèle, qu'il serait désirable de voir suivre plus souvent par les descripteurs d'espèces.

Communications diverses.

La parole est donnée à M. *Van den Broeck* pour fournir quelques renseignements au sujet de « *La Météorite de Lesves, près Fosses* », tombée le lundi 13 avril 1896, vers 7 1/2 heures du matin.

C'est un fait divers du journal quotidien : l'*Étoile belge* qui avait attiré l'attention de M. Van den Broeck sur cette chute, signalée comme ayant fourni un projectile aérien pesant environ deux kilogrammes et tombé, avec accompagnement d'une violente détonation, à proximité d'un jeune homme travaillant dans un verger du village.

La météorite, profondément enfoncée en terre, en a été retirée sans tarder, et les journaux de la région ont signalé cette intéressante chute. M. Van den Broeck, aussitôt au courant de la nouvelle, avait télégraphié à Lesves, et écrit ensuite par express, en vue d'assurer au Musée de

Bruxelles la possession de cette désirable pièce, mais par suite de l'absence du Directeur du Musée, appelé à préciser les offres à faire, d'autres établissements scientifiques du pays ont pris les devants et lorsque M. *Klement* fut envoyé ensuite à Lesves par le Directeur du Musée, l'acquisition de la pièce avait déjà été faite en commun par M. *A. Renard*, au nom de l'Université de Gand, et par M. *G. Dewalque*, en vue des collections de l'Université de Liége.

Une assez forte esquille de la pierre a été enlevée malheureusement par les habitants du village, curieux de « voir ce qu'il y avait dedans » et ignorants d'ailleurs au premier moment de la valeur de la pierre qui leur était « tombée du ciel ». Le morceau principal restant, qui pèse 1360 grammes, a environ 14 centimètres de long sur 10 de large et 9 de haut. Sur ses faces extérieures primitives, assez grossièrement polygonales latéralement, le fragment acquis par MM. Renard et Dewalque montre la croûte de fusion, noire et bien accentuée, sillonnée de multiples stries parallèles, résultant des effets du mouvement de translation dans l'espace sur la matière fondue extérieure de la météorite. L'intérieur de la roche, analysée par M. Renard, d'après quelques menus débris conservés de l'esquille enlevée, montre une pâte cristalline blanchâtre, tachée de rouille et d'où se détachent des chondres, des particules de fer météorique et des grains de troïlite. Les éléments silicatés que décèle l'examen microscopique se rapportent au péridot, avec ses inclusions vitreuses caractéristiques, à la bronzite et aux chondres. Il en résulte que la roche tombée à Lesves est du type, bien connu et très fréquent, des météorites pierreuses à structure chondritique.

La météorite a été acquise au prix de 1 fr. 50 le gramme, ce qui représente un prix d'achat dépassant 2000 francs. Il paraît probable que le Musée de Bruxelles s'entendra avec les deux premiers acquéreurs, de manière à ce qu'un fragment de la météorite puisse rester acquis aux collections bruxelloises. La pièce sera, en tout cas, moulée avant toute division.

Lorsqu'il aura obtenu de nouveaux renseignements sur la Météorite de Lesves, qui constitue seulement la *troisième chute authentique* observée en Belgique, M. Van den Broeck fournira à la Société une note plus détaillée, dont les éléments seront d'ailleurs sans doute puisés en grande partie dans le travail que notre savant collègue et spécialiste M. A. Renard, se propose de publier sur ce sujet à l'Académie.

Excursion dans les vallées de la Senne et de la Sennette.

M. le Secrétaire annonce, de la part de nos collègues MM. *Cuvelier* et *Paquet*, qu'ils ont bien voulu accepter d'organiser une excursion de deux journées dans les vallées susdites, courses qui auront lieu le dimanche 10 Mai et le jeudi 14 Mai (Ascension).

Le but de ces deux courses est d'étudier la série stratigraphique des terrains cambrien et silurien du Brabant et de faire en même temps quelques observations sur les terrains landenien, ypresien, et quaternaire rencontrés au cours de ces explorations.

La première journée débutera par une visite à la carrière de Kluys-Kapel, près de Hal, puis comprendra l'exploration de diverses carrières, réparties de Hal à Lembecq, où l'on déjeunera. L'après-midi sera consacré à une course de Tubize à Clabecq et permettra l'étude de la vallée du Hain.

La deuxième journée comprendra d'abord une course de Oisquercq jusqu'à Ronquières par la route du Canal. Un crochet sera fait à l'écluse 38 pour aller visiter le gîte à graptolithes du château de Fauquez, puis, à environ 1 kilomètre à l'ouest du Canal, on ira visiter les rochers de porphyroïdes, le long du ruisseau de Fauquez.

Reprenant ensuite la route du Canal, on passera jusqu'à un kilomètre environ au sud de Ronquières, à la ferme Hougrée, en vue d'aller étudier le contact du Devonien moyen, avec poudingue à la base, sur le Silurien.

La séance est levée à 10 h. 50.

SÉANCE MENSUELLE DU 26 MAI 1896

Présidence de M. **L. Dollo.**

La séance est ouverte à 8 h. 45.

Correspondance.

La Société géologique du Luxembourg fait connaître le programme des excursions qu'elle organisera pendant l'été prochain.

Création d'une Section des Sciences à l'Exposition de Bruxelles en 1897.

Organisation d'une exhibition des matériaux de construction du sol belge.

M. le Secrétaire annonce que l'idée de la création d'une Section internationale et gratuite, spécialement consacrée aux Sciences, idée dont il avait pris l'initiative au commencement de cette année, paraît devoir être favorablement accueillie en haut lieu, tant dans les sphères gouvernementales, qu'au sein des Comités d'organisation de l'Exposition de 1897.

Déjà l'on peut espérer que l'idée sera réalisée et seule la question des voies et moyens paraît être la difficulté matérielle qui jusqu'ici n'a pas permis une solution définitive.

Il convient néanmoins, comme on aura fort peu de temps pour se préparer si une solution favorable intervient, de songer dès maintenant à l'étude de ce qui pourrait être fait au sein des Sociétés scientifiques, qui seront naturellement appelées à prendre part aux exhibitions de cette section des Sciences. Une Commission pourrait être nommée par l'Assemblée en vue d'arriver à formuler un programme.

L'Assemblée adopte cette manière de voir et, après avoir entendu M. *Van Bogaert*, qui, d'accord avec M. *Van den Broeck*, pense qu'à cette occasion on devrait chercher à obtenir et à réunir en vue de l'Exposition scientifique projetée, les *matériaux de construction de la Belgique*, elle décide que le programme de la Société pourra englober un tel projet.

Une Commission d'étude est nommée en vue de rechercher les éléments qui pourraient être mis en lumière à l'occasion de la participation de la Société à une section des Sciences, et l'Assemblée désigne comme devant en faire partie : MM. *Cuvelier*, *Kemna*, *Putzeys*, *Rabozée*, *Rutot*, *Van Bogaert et Van den Broeck*.

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

2196 **Gulliver (F. P.).** *Cuspate Forelands.* Extr. in-8°, 24 pages et 1 pl. Rochester, 1896.

2197 **Mieg (M.).** *Grand massif jurassique de Ferrette.* Extr. in-8°, 10 pages. Paris, 1896.

2° Extraits des publications de la Société :

2198 **Cornet (J.).** *Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le Bassin du Congo.* 74 pages (2 exemplaires).

Présentation et élection de nouveaux membres.

Est présenté en qualité de *membre effectif* et élu par le vote unanime de l'assemblée :

M. LE BARON A. DE LOË, Secrétaire-général de la Société d'Archéologie de Bruxelles, 11, rue de Londres, à Ixelles.

Est présenté et élu comme associé régnicole :

M. VAN MIERLO, Ingénieur hydrographe, à Anvers.

Communications des membres.

1° L. DOLLO. — **Sur l'origine des Siréniens.**

L'auteur fait part de nouvelles recherches sur l'origine des Siréniens. Ces résultats seront incorporés dans le mémoire qu'il prépare pour le *Bulletin* de la Société.

2° A. RUTOT. — **Sur la faune de la Glauconie de Lonzée.**

M. Rutot annonce qu'il prépare le manuscrit d'un travail sur la *faune de la Glauconie de Lonzée.*

Jusqu'ici on a généralement considéré cette faune comme hervienne, surtout à cause de la présence de quelques huîtres, comme *Ostrea laciniata* et par suite de l'abondance de la *Belemnitella quadrata.*

Or, l'étude approfondie des Bélemnites de Lonzée n'a permis de constater la présence que d'un seul échantillon de *Belemnitella quadrata*, tout le reste devant être rapporté, d'une part, à *Actinocamax verus*, d'autre part à *Actinocamax Westphalicus* Schlüt. et à une forme que le même auteur rapporte à *Belemnitella granulata* Lmk.

M. Rutot est convaincu que ces deux dernières formes se rapportent à une seule espèce.

Quant aux nombreuses huîtres, s'il en est d'âge sénonien, il en est, en plus grand nombre, dont les affinités avec des formes du Turonien et surtout du Cénomanien sont évidentes.

Il semble certain dès à présent que la Glauconie de Lonzée ne pourra plus rester dans le Sénonien, même comme représentant de l'Assise d'Aix-la-Chapelle.

Il faudra sans doute placer cette couche au sommet du Turonien et en faire l'équivalent de l'*Emscher Mergel* des géologues allemands.

3° W. HARMER. — **Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge.**

M. le Dr *Harmer* présente à la Société un manuscrit avec nombreuses listes et accompagné d'une planche en couleurs, qui constitue le développement d'un travail qu'il vient de publier à la Société géologique de Londres sur les dépôts pliocènes de la Hollande et sur leurs relations avec les dépôts pliocènes d'Angleterre et de Belgique. Dans cette étude se trouve proposé l'établissement d'un nouvel horizon géologique, constituant le niveau pliocène le plus supérieur des rives orientales de la mer du Nord : l'*Amstelien*, et à cette occasion l'auteur est entré dans d'intéressantes considérations sur les conditions géologiques de l'époque pliocène dans l'Europe septentrionale. M. Harmer a développé son travail et l'a complété de manière à en faire une étude particulièrement intéressante au point de vue de la connaissance des horizons supérieurs du bassin pliocène anglo-belge.

Dans la première partie de son mémoire, il étudie les couches pliocènes de la Hollande dans leurs rapports avec celles de la Belgique et de l'Angleterre. Il montre que la partie supérieure des 300 mètres de Pliocène représentée dans les forages profonds de Goes, Gorkum, Utrecht et Amsterdam, doit être considérée comme formant un horizon distinct, caractérisé par sa faune essentiellement boréale et qui doit être nettement séparée non seulement du Scaldisien de Belgique, mais encore du Poederlien qui le recouvre, ou en forme la zone supérieure. C'est d'après la rivière Amstel, près d'Amsterdam, où ces couches atteignent leur plus grand développement connu, que le nouvel étage a reçu son nom.

En Angleterre, où l'Amstelien correspondant au *Red Crag* (tandis que le Scaldisien et le Poederlien représenteraient respectivement les couches inférieures et supérieures du Walton Crag) il y a, en plus que dans la série continentale, toute la succession du Norwich Crag, du Chillesford Clay, des Crags de Weybourne et de la Vallée de Bure et enfin la série terminale du Forest-Bed, ou couche de Cromer, qui

représenteraient quatre horizons successifs pliocènes, plus jeunes encore que l'Amstelien de Hollande. Il en résulterait qu'en Belgique la lacune pliocène supérieure comprendrait *cinq horizons superposés*, pendant lesquels le territoire belge tout entier paraît avoir été émergé.

Les listes, de même que les considérations diverses que l'auteur expose, ont pour but de montrer que non seulement le Crag rouge supérieur et l'Amstelien constituent un seul et même horizon, caractérisé en Angleterre comme sur le continent par des influences boréales bien marquées, mais que la sédimentation de ces dépôts synchroniques a été accompagnée d'un changement important dans les conditions géographiques du bassin pliocène.

L'étude paléontologique très détaillée, au point de vue de la répartition stratigraphique de la faune des dépôts pliocènes des Pays-Bas, occupe ensuite l'auteur qui, passant à la seconde partie des ses études, examine ensuite la géographie physique à l'époque pliocène des régions soumises à son examen. Ce chapitre constitue un exposé du plus haut intérêt pour la géologie belge; aussi l'assemblée, après l'audition du résumé ci-dessus fait par M. E Van den Broeck, décide-t-elle unanimement l'impression aux *Mémoires* de la belle et instructive étude de M. F. W. Harmer.

Communications diverses.

M. *Van den Broeck* signale un travail de M. *Worré* sur la *profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol, aux environs de la ville de Luxembourg.*

Dans cette étude, parue dans le tome XXIV des *Publications de l'Institut grand ducal de Luxembourg*, l'auteur développe cette thèse, qu'il appuie d'expériences et de sondages, que les eaux météoriques ou d'infiltration pluviale, n'alimentent guère que dans le cas des terrains fissurés (terrains calcaires), les nappes aquifères souterraines et que le principal facteur de celles-ci est constitué par la condensation de l'eau, renfermée à l'état de vapeur, dans l'atmosphère.

L'examen et l'étude critique d'une thèse si différente des idées ayant généralement cours sont pour la Société belge de Géologie un véritable devoir et M. le Secrétaire propose de mettre cet objet à l'ordre du jour d'une de nos prochaines séances *(adopté)*.

M. *Van den Broeck* signale la découverte de *Crabes* oligocènes qu'il a faite, en compagnie de MM. *Bernays* et *Kemna* dans une exploitation d'argile de Boom au N. W. de *Duffel*, non loin de la région d'Edeghem. Ces crabes se trouvent dans des nodules assez durs,

d'apparence marneuse, rejetés par les exploitants, et il semble qu'ils n'y soient pas très rares. Jusqu'ici le gisement principal et pour ainsi dire unique des Crabes de l'argile de Boom, que M. *Stainier* a décrit naguère sous le nom de *Cœloma Rupeliensis*, était l'exploitation de Burght, sur la rive de gauche de l'Escaut.

La séance est levée à 11 heures.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Sur les siphons des sources et rivières souterraines, par M. Martel.

Presque partout dans les sources et rivières souterraines des terrains fissurés, on se trouve arrêté, après un parcours plus ou moins long, par des siphons naturels ; ils sont formés de voûtes *mouillantes*, c'est-à-dire de murailles rocheuses immergées dans l'eau sur une profondeur et une épaisseur variables, généralement impossibles à déterminer.

Ces siphons, véritables vannes fixes, de section restreinte, régularisent, dans une certaine mesure, le débit des eaux souterraines qu'ils retiennent en partie, dans les réservoirs ou espaces libres situés en amont.

Ce rôle de régulateur serait rendu plus efficace si, connaissant les dimensions et dispositions exactes de ces siphons, l'on pouvait, par quelques travaux artificiels, les transformer en vannes mobiles et les asservir ainsi complétement aux besoins de l'industrie, de l'alimentation, de l'irrigation, du dessèchement, etc.

On sait quelles infructueuses expériences de scaphandre ont été tentées dans ce but à Vaucluse en 1878.

Or, on a signalé déjà à l'auteur et il a rencontré lui-même plusieurs siphons souterrains, libres aux deux bouts et susceptibles d'aménagement pratique.

Dans l'embut de Saint-Lambert, sur le plateau de Caussols, au Nord de Grasse (Alpes-maritimes), M. Janet en a trouvé un si court qu'il a pu plonger sous la roche et émerger de l'autre côté.

Abattre ici un pan de pierre aiderait à diminuer après les pluies, l'accumulation des eaux qui se produit parfois autour de l'orifice du gouffre.

Tout récemment, près de Couvin (Belgique), M. Gérard, dans une source formée par la réapparition d'une rivière perdue à 3 kilomètres en amont, a réussi, en faisant percer à la mine deux courts tunnels, à contourner deux siphons ; derrière chacun s'élargissait une assez vaste galerie. En continuant ce travail, on parviendrait peut-être à découvrir d'autres excavations, faciles à transformer en réservoirs lors des crues.

M. Martel cite quelques autres exemples de siphons remarquables, entre autres celui de la source de *Marble-Arch* en Irlande, dont la roche plongeante a 5 mètres seulement. Au fond de la rivière souterraine de Marble-Arch, à 500 mètres en amont de la source, M. Martel a trouvé 4 siphons successifs désamorcés, le 4e seul a refusé le passage à son bateau.

Indépendamment de toute question d'utilisation pratique, ces divers exemples permettent d'espérer que, dans beaucoup de cas, il suffirait sans doute, pour dépasser l'obstacle d'un siphon et retrouver l'espace libre au delà, de percer quelques mètres de roche, normalement au plan des diaclases ou fissures utilisées par l'eau.

(*C-R. Acad. des Sc. Paris*, 18 mai 1896.)

SÉANCE DE SCIENCE APPLIQUÉE

DU 30 JUIN 1896.

Présidence de M. **G. Jottrand.**

La séance est ouverte à 8 h. 30.

Correspondance.

MM. Lancaster, Dr Poskin, Dr Félix, Mourlon et Moulan font excuser leur absence.

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

2199 **Bittner (A.).** *Dachsteinkalk und Hallstätter Kalk.* Extr. in-8°, 80 pages, Wien, 1896.

2200 **Boule (M.).** *La Topographie glaciaire en Auvergne.* Extr. in-8°, 22 pages, 1 pl., Paris, 1896.

2201 — *Le Cadurcotherium.* Extr. in-4°, 4 pages, Paris, 1896.

2202 **Tackels (C.-J.).** *Eau saine et air pur. — De l'eau potable.* Broch. in-8°, 75 pages, Bruxelles, 1896.

2203 *Uitkomst van het Onderzoek of de Schelpvisscherij langs de Noordzeekust. 1 vol.* in-8°, 184 pages, 'Sgravenhage, 1896.

2204 **Van Ermengen.** *De la stérilisation des eaux par l'ozone.* Extr. in-8°, 35 pages.

2° Extraits des publications de la Société :

2205 **Chamberlin (T.-C.).** *Les puits artésiens. — Considérations pratiques au sujet de leur établissement.* 2 exemplaires.

2206 **Delheid (Ed.).** *Contribution paléontologique à l'étude de l'étage pliocène supérieur poederlien, à Anvers.* 2 exemplaires.

3° Périodiques nouveaux :

2207 **Indiana.** *Department of Geology and Natural Resources* 20th Annual Report, 1895.

2208 *Séminaire d'Histoire et de Géographie de l'Univté. libre de Bruxelles.* Bibliographie de l'histoire de Belgique.

2209 *Annales des Mines de Belgique.* Bruxelles, 1re année, 1re livrais.

Élection de nouveaux membres.

M. *le Chanoine de Dorlodot*, Professeur à l'Université de Louvain, présenté par MM. Van den Broeck et Rutot, est élu membre effectif de la Société.

Fixation de la date de l'Excursion annuelle de 1896.

M. le Président demande à l'assistance de bien vouloir faire connaître ses préférences au sujet de la date de l'excursion annuelle de la Société dans le Limbourg belge et hollandais et à Aix-la-Chapelle.

Un vote de l'Assemblée indique la dernière semaine d'août comme la plus convenable pour entreprendre l'excursion.

Délégation de la Société au Congrès d'Hydrologie de Clermont-Ferrand.

MM. le *Dr Félix*, *Lancaster*, et le *Dr Poskin* sont nommés délégués de la Société. L'assemblée compte que M. le Dr Félix voudra bien rédiger le compte rendu destiné à nos publications.

Communications du bureau.

NOTICE NÉCROLOGIQUE SUR G. A. DAUBRÉE

1° M. *le Président* lit l'article nécrologique suivant, consacré à la mémoire d'un de nos plus illustres membres honoraires : M. *Daubrée :*

Notre Société a à déplorer la mort récente d'un de ses membres les plus éminents, M. *Gabriel Auguste Daubrée*, mort le 29 mai dernier à Paris, dans sa 82e année. Vous connaissiez tous ce nom rendu illustre par des recherches originales, de tout premier ordre, poursuivies pendant plus de cinquante ans avec une persévérance et une méthode parfaites dans le domaine de la Géologie et de l'Hydrologie.

Permettez-moi de vous le faire connaître avec un peu plus de détails. M. Daubrée était né à Metz le 25 juin 1814. Il sortit de l'École polytechnique de Paris en 1834, pour entrer dans le corps des ingénieurs des mines. En 1839, il fut appelé à la chaire de minéralogie et de géologie que l'on venait d'instituer à la Faculté des sciences de Strasbourg et bientôt après à la direction des mines du département du Bas-Rhin; en 1861 il fut nommé membre de l'Institut et appelé à enseigner la géologie au Muséum d'Histoire naturelle de Paris comme successeur de Cordier, qui y professait depuis 1819; l'année suivante il en fut de même pour la minéralogie à l'École centrale des mines. Investi ensuite de la direction de cet important établissement et

nommé en 1872 inspecteur général des mines, il fut pensionné comme tel en 1884 en conservant le titre honorifique de ces fonctions.

Mais il ne se contentait pas d'administrer et d'enseigner. Pendant cette longue et utile carrière, il n'a cessé d'alimenter de ses notes et mémoires les revues scientifiques et surtout les Annales des Mines, les Comptes rendus de l'Académie des sciences et le Bulletin de la Société géologique de France, dont il fut deux fois le Président. En 1879 il rassembla et systématisa en deux volumes ceux de ces travaux qui avaient eu pour but de constituer la branche de la science qu'il avait baptisée lui-même du nom de *Géologie expérimentale*. Pendant 30 années, il s'était efforcé d'arriver à expliquer les phénomènes dont la géologie descriptive présente le tableau, au moyen d'expériences chimiques, physiques ou mécaniques reproduisant dans les laboratoires ce que les géologues voyaient dans la nature. L'origine des dépôts métallifères; celle des roches cristallines métamorphiques et éruptives; le mécanisme des volcans; le mode de formation des galets, du sable et du limon; le mécanisme des déformations et des cassures terrestres, telles que les failles et les formations congénères; l'origine de la schistosité; les effets de la chaleur développée au sein des roches par les actions mécaniques : tout cela est magistralement exposé dans ses études synthétiques de géologie expérimentale. Il les a terminées par un groupe de recherches spéciales sur les *météorites*, sur la *géologie sidérale*, comme il l'appelait, au service de laquelle il avait rassemblé au Muséum de Paris une collection unique, qui est un des joyaux de cet établissement. Il était heureux d'avoir contribué par ses travaux à démontrer l'unité de constitution de l'Univers.

Son deuxième grand ouvrage parut en 1887, en trois volumes : *Les Eaux souterraines aux époques anciennes*. L'étude du rôle qui leur revient dans l'origine et dans les modifications de la substance de l'écorce terrestre, remplissent un de ces tomes; les deux autres sont consacrés à l'étude des *Eaux souterraines à l'époque actuelle*, de leur régime, de leur température, de leur composition, au point de vue du rôle qui leur revient dans l'économie de l'écorce terrestre.

Les précédents travaux de Daubrée lui avaient montré le rôle immense qu'a joué l'eau dans la formation des matières, si variées de nature et d'aspect, dont se compose la croûte extérieure du petit astre à la surface duquel nous nous agitons parfois si furieusement. Il était tout naturel qu'il fît désormais de cet élément l'objet principal de ses recherches. « A mesure, avait-il dit, qu'on approfondit davantage ce qui se passe dans l'écorce du globe, on voit s'agrandir le cercle des compositions, des recompositions successives qui forment en quelque

sorte l'activité et *comme la vie de la matière inorganique* ». Si du règne inorganique, où la vie n'est qu'une figure de rhétorique, on passe au règne organique, où elle est une réalité, on voit les cercles des compositions et recompositions s'étendre encore ; elles se succèdent avec la rapidité et la puissance d'un tourbillon, l'eau apparaît de plus en plus comme le principal facteur de tout ce mouvement; l'étude approfondie de son mode d'existence et de circulation s'impose à l'esprit du savant chercheur; et c'est ce qui a conduit Daubrée à s'efforcer de donner des bases solides à une science au fond aussi récente que sa géologie expérimentale : l'Hydrologie. Quoique très modeste il n'hésite pas à dire dans la préface du premier des deux volumes qu'il consacre à l'époque actuelle, qu'il vient le premier, en *France*, faire l'histoire des eaux souterraines dans son ensemble et avec les détails nécessaires. Il est donc pour les élèves de langue française le fondateur de la science hydrologique et nul ne peut prétendre y connaître quelque chose s'il n'a lu et ne s'est assimilé l'œuvre de Daubrée.

Daubrée se rendit un compte très exact de la nécessité pressante à notre époque, en présence d'un constant accroissement des populations en expansion et en densité, de la fixation et de la dispersion de *notions hydrologiques précises;* il voyait nettement le lien qui les rattache à la conservation de la santé publique et de la prospérité agricole, problème de jour en jour plus impérieux et plus difficile.

La même préoccupation de rendre la science utile avant tout à l'économie sociale le hantait à propos de la géologie; il voulait qu'après avoir grandement servi aux progrès de l'industrie elle rendît le même service à l'agriculture, et il lui assignait pour sa part actuelle dans le travail commun, la création de cartes agronomiques détaillées et la recherche méthodique des gisements de matières phosphatées, sans lesquelles notre agriculture est désormais paralysée.

Pour connaître l'œuvre complète de Daubrée il faut joindre aux deux grands ouvrages que nous avons rappelés, un nombre considérable de mémoires impossibles à signaler dans ces notes trop brèves, mais parmi lesquels on peut citer une description géologique et minéralogique, devenue classique, du département du Bas-Rhin avec carte géologique détaillée, et deux conférences populaires : l'une sur la chaleur intérieure du Globe, son origine, ses effets, publiée en 1866; l'autre sur la mer et les continents et leur parenté, parue en 1867.

Daubrée était aussi hautement apprécié à l'étranger que dans son propre pays.

Ses observations sur la formation des minerais de fer dans les lacs et les marais, lui avaient valu de bonne heure la médaille de la Société

néerlandaise des sciences de Haarlem; ses études synthétiques de géologie expérimentale lui valurent en 1880 la médaille de Wollaston, décernée par la Société géologique de Londres.

Il était excellent professeur, très clair et très heureux dans le choix des termes qu'il mettait au service de ses classifications. Préoccupé du besoin de dénominations précises et communes aux diverses nations d'Europe, il a introduit et fait admettre dans le langage des géologues les mots *diaclases* et *paraclases* pour désigner les fissures sans déplacement ou joints, et les fissures avec déplacement, ou failles. Quant aux hydrologues, il les a aidés à se retrouver dans le fouillis des nappes aquifères, en séparant par un nom bien caractéristique, celui de *nappe phréatique*, c'est-à-dire nappe des puits domestiques, le niveau le plus rapproché de la surface du sol, de ceux qui se rencontrent superposés au-dessous de lui.

Comme homme il était d'une nature élevée, d'habitudes simples et de tenue modeste, plein d'encouragement pour la jeunesse studieuse, étranger aux jalousies professionnelles ou scientifiques, solide et constant dans ses sympathies.

La revue hebdomadaire « La Nature » a publié son portrait dans son numéro du 6 juin et cette image correspond absolument au caractère aimable et bienveillant que l'on est unanime à lui reconnaître.

Daubrée laisse un grand vide dans la science contemporaine et dans le cercle très étendu de ses amitiés.

2° M. *Rutot* demande à pouvoir insérer dans notre Bulletin les lignes suivantes, destinées à perpétuer la mémoire de notre regretté confrère **Louis de Busschere** :

MESSIEURS,

Je crois désirable et juste de consacrer dans nos publications quelques mots de souvenir à notre regretté confrère et ami, *Louis de Busschere*, Ingénieur en chef aux Chemins de fer de l'État, que notre Société a eu la douleur de perdre récemment.

Non seulement De Busschere était un membre assidu à nos séances, avide de s'instruire et toujours prêt à rendre service, mais il était de ceux qui, ayant confiance dans la science et dans ses applications, ne manquait jamais d'y recourir chaque fois que l'occasion s'en présentait.

Comme Ingénieur en Chef des Voies et Travaux aux chemins de fer de l'État, chaque fois qu'un problème touchant à la géologie se présentait, il s'empressait de s'entourer de tous les renseignements nécessaires auprès de ses confrères géologues.

C'est ainsi qu'il nous a consultés et qu'il a fait exécuter des sondages lorsque l'établissement de la nouvelle gare de marchandises de Namur eut été décidé.

Cette gare devant être établie sur la plaine d'alluvion de la Sambre, il a eu soin de faire élever les bâtiments, hangars, remises, etc. aux points où les sondages lui avaient révélé un sol favorable.

Il ne se faisait pas une fouille importante, il ne se creusait pas un puits dans son district sans qu'aussitôt nous n'en ayons été prévenus et qu'il ne fît recueillir soigneusement des échantillons.

Pour ne parler que de la spécialité qui nous occupe, De Busschere est donc à citer comme modèle à ses confrères, sa grande lucidité d'esprit lui ayant fait voir combien l'union constante entre les théoriciens et les praticiens peut être féconde en résultats tant pour la science que pour ceux qui l'appliquent.

Communications des membres

1° F. E. H. VEEREN. — **Les ressources en eaux potables souterraines de Winterswyk (Gueldre).**

M. Van den Broeck fait savoir que le travail présenté par M. *Veeren* est rédigé en allemand.

A la suite d'un vœu exprimé il y a quelques années par de nombreux membres de la Société, consistant en ce que les travaux en langues étrangères ne soient publiés tels qu'ils ont été reçus, que si l'auteur se refuse à les laisser traduire en français, l'assemblée désigne MM. *Jottrand* et *Kemna* pour examiner le travail et faire rapport.

Si ce rapport est favorable, une demande sera faite à l'auteur pour réclamer l'autorisation de traduire et de publier son travail en français. M. Jottrand se chargerait alors de la traduction.

2° M. KEMNA. — **Résumé des recherches de M. le Dr Spring sur la couleur naturelle des eaux — applications des résultats acquis à l'examen des eaux potables.**

M. *Ad. Kemna* fait sous ce titre une conférence qui paraîtra *in extenso* aux Mémoires.

En voici un rapide résumé, rédigé d'après quelques notes prises à l'audition de cette intéressante communication.

La question de la *couleur de l'eau*, qui a préoccupé les naturalistes et les philosophes de l'antiquité, est restée sans solution précise pendant longtemps.

Elle est étudiée scientifiquement depuis 50 ans seulement et, depuis

deux lustres à peine, la lumière a commencé à se faire sur cette obscure question.

Il y a un préjugé courant. C'est que l'eau absolument pure doit être sans couleur. Si, recueillie dans une carafe, dans un verre, l'eau semble incolore, cette même eau, prise en masse, se montre parfois d'un beau bleu, témoin la Méditerranée, certains lacs de la Suisse et de l'Italie. Les glaciers et l'eau qui s'en écoule donnent encore la même sensation. Aussi le chimiste Davy disait-il que l'eau pure devait être bleue et que seul le mélange de la couleur jaune des matières organiques pouvait faire apparaître parfois la couleur verte. L'étude des glaciers conduisit Desrochers, en 1847, aux mêmes conclusions des propriétés d'une coloration bleue de l'eau pure.

Le chimiste Bunzen intervint dans la question en 1848. Il avait été frappé, lors de son séjour en Islande, par la coloration bleue, très vive, des eaux des geysers. Plaçant de l'eau pure dans un cylindre obscurci, long de 2 mètres, et muni de glaces aux extrémités, il constata qu'elle montrait la couleur bleue. Mais ce résultat paraissait curieusement se modifier avec le temps d'exposition et la durée de l'expérimentation. De bleue, l'eau devenait peu à peu vert bleuâtre et passait au vert pomme.

En 1883 M. le Prof. W. Spring, de l'Université de Liége, constata très nettement, à l'aide d'un tube de 5 mètres de long, ces variations de couleur et les étudia d'une manière approfondie. Quel était le facteur de ces modifications? Stas, déjà avant cette époque, avait, lors de ses recherches sur la pureté des réactifs, abordé la question de l'eau. Dans l'eau dite pure, il avait trouvé un résidu qui, après avoir bruni, se détruisait par calcination et représentait donc des matières organiques. M. Spring se dit que la présence de ces matières devait sans doute produire le verdissement de l'eau. Il introduisit dans celle-ci du sublimé corrosif et à l'aide de cet antiseptique, parvint à garder l'eau bleue pendant des semaines (bleue par vision dans le tube de 5 mètres bien entendu). De l'eau, devenue verte par transparence, étant additionnée de sublimé redevint bleue. Ce sont donc bien les matières organiques qui modifient la coloration bleue de l'eau, c'est là un fait; mais pour mesurer par sa couleur le degré de pureté de l'eau il faut un repère, une gamme de teintes, gamme qui doit rester stable et doit être facile à reproduire.

L'orateur fournit, avec quelques détails sur les recherches faites de ce côté, d'intéressantes données sur les divers inconvénients que présentent les deux systèmes de comparaison et de mesures employées.

Il rappelle la belle explication de Tyndall sur les causes de la couleur

bleue apparente de l'air, couleur due à un phénomène de réflexion et de réfraction dû aux menues particules en suspension dans l'atmosphère. Ces poussières arrêtent, par suite de leurs différences de longueurs, certaines ondes lumineuses et laissent passer les autres ; c'est là un phénomène purement physique.

L'orateur constate qu'il ne peut en être de même avec l'eau, qui si elle n'était bleue que par réflexion et par suite de l'interposition de particules ténues, ne montrerait plus la même couleur bleue par transparence.

L'hypothèse serait donc contraire ici aux faits et ne peut s'appliquer à l'eau.

M. Kemna, dans sa causerie, examine ensuite le rôle de l'acide carbonique et de ses proportions, invoqués par Spring, pour expliquer les couleurs diverses de certains fleuves, bleus comme le Rhône, ou verts comme le Rhin. Le rôle des précipités naissants, des phénomènes dits « d'illumination de l'eau » sont examinés tour à tour, ainsi que celui des effets que pourraient avoir les variations de densité sous l'action des rayons calorifiques et leur action réflexe sur la couleur de l'eau.

En conclusion, et bien qu'une bonne échelle de couleurs nous manque encore, on peut considérer le *bleu* comme *la teinte propre à l'eau pure* prise en masse, et attribuer à la question de couleur de l'eau une valeur de corrélation sérieuse avec son degré de pureté et c'est là une donnée scientifique utile à faire connaître *(Applaudissements).*

M. *le Président* constate que les applaudissements unanimes de l'assemblée prouvent combien la savante causerie de M. Kemna a su l'intéresser.

M. *Van den Broeck* rappelle que lors de l'excursion aux États-Unis, après le Congrès international de Philadelphie, l'un des géologues suisses comparait souvent la teinte des eaux rencontrées à celle d'une échelle dite « Echelle de Forel » utilisée en Suisse et consistant en une série de tubes contenant un liquide coloré du bleu au jaune verdâtre. M. Van den Broeck possède une de ces échelles de Forel et la met à la disposition de M. Kemna.

A la demande de plusieurs membres, M. Van den Broeck promet de fournir pour le procès-verbal une note fournissant quelques indications sur la manière dont est construite l'échelle ou plutôt la « gamme » de Forel.

Cette gamme est contenue dans onze tubes longs de 7 centimètres d'un diamètre d'environ 9 millimètres, maintenus à l'intérieur d'un cadre

en bois de 18 centimètres de long sur 10 de large. Ces tubes renferment, grâce à l'emploi d'un mélange gradué et approprié d'une solution de sulfate de cuivre ammoniacal bleu et de chromate neutre de potassium jaune, une gamme de couleurs transparentes passant du jaune au bleu par l'intermédiaire du vert.

La formule des solutions employées est la suivante : 1° pour la solution bleue : 1 partie de sulfate de cuivre, 5 d'ammoniaque et 194 d'eau ; 2° pour la solution jaune : 1 partie de chromate neutre de potassium et 199 parties d'eau.

La différenciation des couleurs des tubes numérotés de I à XI et qui constituent trois séries (I à IV bleue ; V à VIII verte ; IX à XI jaune) est produite par les successions de mélanges suivants des deux solutions en partant des tubes I pour arriver à XI ; solution jaune : 0-2-5-9-14-20-27-35-44-54-65 parties. Solution bleue : 100-98-95-91-86-80-73-65-56-46-35 parties.

Cette gamme de couleurs d'eau, qui convient parfaitement pour l'étude et la classification par exemple des lacs suisses, italiens et de bien d'autres ayant les mêmes aspects, ne peut toutefois pas servir pour l'appréciation de la couleur des eaux chargées d'acides humiques, ulmiques et autres. Les eaux *noires* et *brunes*, si souvent rencontrées aussi bien dans certaines contrées tropicales (le Congo et certains de ses affluents par exemple) que dans les régions des tourbières, et les eaux foncées de quelques-uns de nos forages de la Basse-Belgique ne pourraient non plus être classées à l'aide de la gamme Forel et c'est là un inconvénient de cet appareil.

3° **Examen critique et contradictoire de la thèse de M. Worré, sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol et sur le rôle de la vapeur d'eau atmosphérique dans l'alimentation des eaux souterraines.**

M. le Secrétaire fait part à l'assemblée du regret de M. *Lancaster* de ne pouvoir assister à la séance.

Notre savant confrère comptait prendre une part active à la discussion et, l'ordre du jour étant très chargé, M. le Président propose de remettre l'examen de cette question à la prochaine séance. — Adopté.

4° A. RUTOT. — **Sur le nouveau procédé de stérilisation des eaux par l'ozone, d'après une étude de M. le Dr Van Ermengem.**

M. le Dr E. Van Ermengem, de Gand, vient de faire paraître, sous ce titre, un très intéressant et très utile mémoire sur un nouveau procédé d'épuration des eaux, qui peut être dès à présent classé, sinon parmi

les plus économiques, au moins parmi les plus énergiques et les plus efficaces connus.

C'est à la suite d'expériences de laboratoires effectuées en Allemagne, principalement par M. Ohlmüller, que l'idée de mettre effectivement en pratique les résultats obtenus a pris corps en Hollande, où le procédé de transformation de l'eau infecte du Vieux-Rhin en eau limpide et salubre par action de l'ozone est appliquée d'une manière courante et industrielle, à Oudshoorn, près de Leyden,

C'est à M. le baron Tindal, activement secondé par M. le Dr Van der Steen et par M. Schneller, électricien, que ce progrès considérable est dû.

Chacun sait que l'ozone est un état particulièrement actif de l'oxygène, qui s'obtient par l'électrisation de celui-ci, opérée dans des conditions spéciales.

Tout le nouveau procédé est donc basé sur la transformation de l'air atmosphérique ordinaire en air dont l'oxygène est ozonisé dans la plus grande proportion possible.

C'est cet air ozonisé qui, agissant sur l'eau impure, détruit radicalement, en les brûlant, toutes les matières organiques qui s'y trouvent, tant à l'état vivant (microbes) qu'à l'état inorganique (toxines, albumines, ammoniaque, nitrites, sulfures, matières colorantes, etc.).

Les expériences de M. Ohlmüller avaient conduit aux principaux résultats suivants :

1° L'ozone ne convient pas pour détruire les matières organiques à sec, leur destruction ne peut être assurée qu'à l'état humide ;

2° Le degré d'impureté des eaux, leur richesse en matières organiques dissoutes, jouent un grand rôle au point de vue des résultats de l'ozonisation ;

3° Plus une eau est souillée par des substances organiques, d'origine végétale ou animale, plus son titre par dosage au permanganate est élevé, et plus grande sera la quantité d'ozone nécessaire pour la stériliser. Au contraire, le nombre de microbes qu'elle renferme est pour ainsi dire sans influence aucune, d'où l'on peut conclure que :

4° L'ozone a une action destructive puissante sur les bactéries suspendues dans une eau, pourvu que cette eau ne soit pas souillée par des substances organiques en trop grande quantité. Le résultat est le même lorsque la masse des matières organiques inertes est au préalable oxydée jusqu'à un certain point par l'ozone.

Passons maintenant à la partie pratique du procédé et décrivons sommairement, d'après M. Van Ermengen, qui a longuement visité l'usine de Oudshoorn et qui y a fait des expériences et des recherches

très délicates, les traits principaux du traitement des eaux du Vieux Rhin.

Ces eaux sont très impures pendant une grande partie de l'année. Elles sont troubles, de coloration brun noirâtre, et d'une odeur répugnante; c'est à peine si le canal de l'Espierre véhicule dans notre pays un liquide plus chargé de matières de toutes natures. Le nombre des colonies de bactéries par centimètre cube dépasse généralement 10.000.

En raison du principe N° 4 exposé ci-dessus, un dégrossissage préalable de l'eau du Vieux Rhin s'imposait et la première opération consiste en un filtrage au sable, après décantation préalable.

Au sortir du filtre à sable, l'eau est claire, mais elle a conservé une teinte jaune, ainsi que son goût et son odeur marécageuse.

Au point de vue chimique, les résultats de la filtration sont : très légère diminution des matières minérales; diminution des matières organiques oxydables et du nombre des microbes (de quelques centaines à quelques milliers par centim. c.).

Des analyses faites il résulte que l'eau du Vieux Rhin ainsi décantée et filtrée ne peut, en aucune manière, être acceptée comme eau potable.

C'est dans cet état que l'eau reçoit le traitement par l'ozone.

Le but et, on peut le dire immédiatement, le résultat de ce traitement, est d'enlever à l'eau les propriétés qui la rendent à la fois répugnante et dangereuse : d'une part enlèvement de l'odeur, de la saveur et de la coloration; d'autre part, destruction de tous les microbes pathogènes ou non.

Cela étant, le Dr Van Ermengen reprend l'étude détaillée de tous les facteurs de la stérilisation de l'eau et il en arrive aux résultats suivants :

1° Le système utilisé à Oudshoorn est capable de tuer tous les microbes aquatiles, même les microbes pathogènes les plus résistants;

2° Cette stérilisation est obtenue d'une manière constante et régulière, au cours du fonctionnement prolongé des appareils employés;

3° L'action de l'ozone neutralise les poisons d'origine microbienne (diastases, toxalbumines, ptomaïnes, etc.) pouvant rendre les eaux dangereuses;

4° La même action n'introduit pas d'éléments étrangers à la composition de bonnes eaux;

5° L'action de l'ozone fait disparaître la couleur jaune de l'eau et la rend complètement limpide et incolore;

6° Il n'est pas douteux qu'on puisse obtenir, au moyen du système employé à l'usine d'Oudshoorn, des volumes considérables d'eau parfaitement stérilisée.

Enfin, pour terminer, M. Van Ermengen décrit les procédés et appareils utilisés pour la fabrication de l'ozone.

Et tout d'abord, il y a lieu d'énumérer les diverses conditions reconnues favorables pour la production maximum de l'ozone :

1° Il faut une température ambiante peu élevée;

2° L'air destiné à être ozonisé doit être absolument privé de vapeur d'eau, d'acide carbonique et de poussières;

3° Les décharges électriques les plus efficaces sont les décharges obscures, sans étincelles, les effluves les moins calorigènes;

4° Il faut des courants à potentiel très élevé. A Oudshoorn on se sert depuis deux ans de courants de 50.000 volts et un appareil de 100.000 volts était prêt à fonctionner. Le courant doit être fréquemment interrompu.

Enfin, l'eau à stériliser est envoyée en pluie très fine dans le stérilisateur où l'air ozonisé est également amené.

Telles sont les grandes lignes du beau travail de M. le Dr Van Ermengen.

Un membre demande quel est le prix de revient de ce nouveau procédé.

M. *Rutot* répond qu'il est probablement élevé, mais que M. le Dr Van Ermengen n'a pas touché cette question dans son travail.

M. *L. Gerard* dit que le prix de revient sera minime, si l'on en juge par le résultat des calculs établis pour l'épuration par l'ozone de l'eau de la Seine à Paris, que l'on compte réaliser prochainement.

On a calculé que le prix du mètre cube d'eau de Seine stérilisée à l'ozone serait de un demi centime.

M. *Van den Broeck* fait remarquer que l'heure avancée ne permettra pas d'aborder diverses communications inscrites à l'ordre du jour, telles que son « *Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire du pays en vue d'apprécier l'opportunité de l'approfondissement de certains puits artésiens* » et son « *Compte rendu d'une visite préliminaire à la source thermale de Comblain-la-Tour, signalée en 1889 par le Dr Poskin* ».

Il désire toutefois entretenir l'Assemblée de l'utilité qu'il y aurait, pour la Société, de patronner la publication d'une *Carte hydrographique de la mer du Nord*, exécutée par l'un de nos membres, M. *Van Mierlo*, du service hydrographique de l'État.

D'autre part, M. Van Mierlo a rassemblé une énorme quantité de matériaux d'un très haut intérêt, provenant de très nombreux sondages en mer le long de notre littoral et dont la position a été soigneusement pointée sur une carte.

MM. Van den Broeck et Rutot se mettent volontiers à la disposition de M. Van Mierlo pour l'aider dans l'étude lithologique et géologique des échantillons, de manière à pouvoir produire une *Carte détaillée du fond de la mer du Nord* le long de notre littoral, carte qui viendrait compléter celle que M. Delesse a publiée, concernant les côtes de France.

M. *Rutot* propose en outre de faire figurer sur cette même carte les dépôts modernes de la Plaine maritime, lesquels sont complètement levés et figurés sur la carte géologique au 1/40.000.

Il y aurait également un grand intérêt à tracer sur la partie littorale la courbe + 5, pour confirmer la non-concordance des dépôts de la plaine maritime avec la courbe 5, déjà annoncée depuis longtemps par Reysselberghe dans « Ciel et Terre ».

Les levés de la Carte géologique ont, en effet, démontré que la concordance n'existe que pour la région de Dixmude et que plus on s'avance vers l'embouchure de l'Escaut, plus la *discordance* apparaît sensible.

Une note spéciale pourrait accompagner la carte dont la publication est projetée.

L'assemblée approuve les diverses propositions qui viennent d'être présentées par le bureau et décide de consacrer une certaine somme à l'exécution de la *Carte générale de la partie méridionale de la Mer du Nord*, dressée par M. Van Mierlo, ingénieur hydrographe de l'État belge, assisté par M. *Em. Spysschaert.*

Cette carte sera éditée par le libraire *Lamertin* (rue Marché-au-Bois, à Bruxelles), sous les auspices et avec le concours de la Société; les membres pourront se la procurer à ladite librairie avec une réduction à convenir.

Quant à la *Carte lithologique* de la plaine sous-marine longeant les côtes belges, elle pourra paraître dans le Bulletin de la Société.

M. *le Secrétaire* dit quelques mots de l'*Excursion hydrologique* organisée le 21 de ce mois à *Comblain-la-Tour* par M. le Dr *Poskin* et à laquelle ont assisté un certain nombre de membres de la Société. Le but de la commission était d'étudier la source thermale de *Comblain-la-Tour*, jusqu'ici peu connue, mais signalée par M. le Dr Poskin dans une Note sommaire publiée dans les Procès-Verbaux (p. 200) du tome III (1889) des Bulletins de la Société.

Dans une prochaine séance M. Van den Broeck se propose de présenter à la Société le compte rendu de cette excursion.

La séance est levée à 10 h. 45.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Un record. — Un bloc de pierre de trois millions et demi de kilos. — On écrit de Frasnes-lez-Mariembourg, le 12 mai :

Des carrières « du Nord », situées à Frasnes-lez-Mariembourg et exploitées par M. Laffitte, ingénieur à Fourmies, on vient d'extraire un bloc de calcaire cubant douze cents mètres cubes.

Le poids de cette énorme masse atteint le chiffre de trois millions et demi de kilos. Brut et sur place, ce « caillou » est estimé environ 75,000 francs. Débité et travaillé, il représente une somme incalculable et assure, dans tous les cas, de la besogne pour une vingtaine de tailleurs de pierre pendant tout l'été.

Ce bloc de pierre, scié à la montagne même au moyen d'un système de fils mus à la vapeur, a été alors chassé, pour ainsi dire, de son alvéole au moyen d'une forte charge de poudre coulée dans le trait du sciage.

Le directeur de l'exploitation, M. Deniau, assure que ce bloc de pierre de taille est et sera de longtemps le « record » en son genre.

SÉANCE MENSUELLE DU 28 JUILLET 1896

Présidence de M. **L. Dollo.**

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance.

La famille du Dr *J. G. Bornemann*, membre associé étranger de la Société, fait connaître le décès de notre collègue, mort à Eisenach le 5 juillet.

La famille du Prof. Dr *E. Beyrich*, membre honoraire de la Société, annonce le décès de notre collègue, mort à Berlin, à l'âge de 81 ans, le 9 juillet. — *Des lettres de condoléances seront envoyées aux familles respectives de nos regrettés collègues.*

M. le Commandant *E. Cuvelier* fait excuser son absence et attire l'attention de l'assemblée sur les résultats d'une expérience qu'il a faite d'accord avec M. *Van den Broeck* en vue d'un des objets à l'ordre du jour de la séance. Il s'agit du projet d'*étude du sous-sol primaire de la Basse et de la Moyenne Belgique*, présenté par M. Van den Broeck, étude basée sur l'examen des échantillons rocheux profonds, d'*âge primaire*, triturés ou brisés, ramenés au jour par les forages et les puits artésiens.

Afin d'obtenir des *repères, ou matériaux de comparaison*, non sujets à fournir des assimilations erronées, M. Cuvelier a fait concasser dans deux états de division différents, un certain nombre d'échantillons authentiques, recueillis en affleurements bien déterminés, des divers types et niveaux stratigraphiques des roches primaires que l'on peut espérer rencontrer sous le recouvrement tertiaire et crétacé de nos plaines de la Moyenne et de la Basse Belgique. Le pilon employé ne donne assurément pas des fragments ni des grenailles rocheuses identiques aux mêmes éléments que provoque l'action du *trépan* et que ramène la cuiller des appareils de sondage ; cependant l'analogie est suffisante pour que la détermination précise par comparaison puisse se faire assez sûrement. La collection soumise à l'assemblée par le Commandant Cuvelier se compose de 12 boîtes de débris et est

accompagnée de 10 échantillons de roches non pulvérisées. Des étiquettes indiquant la nature de la roche et le niveau stratigraphique accompagnent les échantillons, qui peuvent ainsi servir de repères pour l'étude des débris primaires (en fragments, en fines grenailles, ou en boues), ramenés du fond des forages ayant, dans nos plaines, atteint le Primaire.

Dans cette première série, quelques types seulement, comme les quartzites de Blanmont, ont été concassés à deux degrés différents. Cette dualité d'aspect devra être obtenue pour toute la série. De plus il y aura lieu, d'après le Commandant Cuvelier, de constituer des échantillons-repères formés 1° par le mélange de la roche décomposée avec la roche intacte; 2° par des matériaux provenant exclusivement de roches *décomposées*, cas qui se présente parfois dans les niveaux de contact du Primaire recouvert de dépôts perméables de la série secondaire ou tertiaire.

De plus, pour compléter systématiquement la collection de repères, il faudra créer une série contenant le *mélange* de fragments menus avec les boues ou résidus d'un même échantillon. D'autres combinaisons sont encore possibles.

Dans sa communication, M. Cuvelier attire particulièrement l'attention de l'assemblée sur les *Phyllades de Tubize* (Devillien supérieur) très décomposés et passant positivement à une argile plastique, ce dont on peut s'assurer en mouillant les échantillons. Il a trouvé ceux-ci à Tubize même, en dessous du sable landenien, dans une tranchée récemment ouverte.

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

2210 **Cornet (J.).** *Le Tanganika est-il un Relicten-See?* Extr. in-8°, 12 pages. Bruxelles, 1896.

2211 **Lang (O.).** *Ueber die Form-und Massenverhältnisse der Salzlager.* Extr. in 4°, 11 pages. Essen, 1896.

2212 **Vincent (J.).** *Examen critique de la carte pluviométrique de la Belgique de M. A. Lancaster.* Extr. in-8°, 30 pages, Bruxelles.

2° Extraits des publications de la Société :

2213 **Rutot (A.).** *Note sur quelques points nouveaux de la Géologie des Flandres.* 2 exemplaires,

2214 **Van Overloop (E.).** *Quelques mots de rappel au sujet de l'hydrologie du Bassin de l'Escaut.* 2 exemplaires.

Présentation de nouveaux membres.

Sont présentés et admis à l'unanimité en qualité de membres effectifs :

MM. le Dr J. CROCQ, ancien sénateur, docteur en médecine, professeur à l'Université de Bruxelles, 138, rue Royale, à Bruxelles.

G. RAMOND, assistant au Museum, 25, rue Jacques Dulud, à Neuilly-sur-Seine.

ERNEST LARMOYEUX, ingénieur des mines, Boulevard Dolez, à Mons.

ÉDOUARD DE PIERPONT, au château de Rivière, par Profondeville sur Meuse.

La section des Sciences à l'Exposition internationale de Bruxelles.

M. le Secrétaire rappelle l'accueil favorable qui fut réservé à sa proposition d'adjoindre une *Section scientifique* ayant à la fois un caractère international et gratuit, à l'Exposition de Bruxelles. A la suite de la réunion préparatoire officieuse du 15 février, dont le compte rendu, extrait du *Journal de Bruxelles*, a paru à la suite du Procès-Verbal du 30 juin dernier, la Section projetée fut subdivisée en deux groupes et en sept classes, conformément aux décisions prises le 15 février.

D'accord avec le vœu exprimé par M. le Ministre *A. Nyssens*, de voir constituer une Section internationale aussi vivante que possible, il fut décidé que les objets à exposer, instruments et collections, seraient, autant que possible, accompagnés de « commentaires » consistant en séances de projections, en expériences et démonstrations, en promenades techniques et scientifiques à l'Exposition et surtout en un étiquetage abondant, complété par des brochures explicatives.

Bientôt le Gouvernement, de concert avec les promoteurs, s'occupa de donner rang à la Section dans les cadres déjà tracés de l'Exposition. Il fallut pour cela régler de nombreux points administratifs, arrêter les voies et moyens, se préparer à un fonctionnement inédit, en rapport avec le caractère tout spécial des exposants, enfin s'occuper, pour cette Section, comme pour les autres, de la constitution d'une importante Commission d'organisation.

Au commencement du présent mois de juillet, parut au *Moniteur* l'arrêté annonçant la création de la Section des Sciences, dont les organisateurs vont avoir fort à faire, se trouvant plus de six mois en retard sur les Sections qui constituaient le cadre primitif de l'Exposition, cadre dans lequel la *Science* était restée absolument à l'écart ou tout au moins pitoyablement morcelée et représentée seulement par une minime fraction de ses éléments.

L'arrêté du 3 juillet nommait Président de la Section M. le général *De Tilly*, commandant de l'École militaire. Le Commissaire du Gouvernement pour la Section était M. *Eug. van Overloop* et les Secrétaires MM. *Gilson*, Professeur à l'Université de Louvain et *Van den Broeck*, premier auteur du projet (1).

Les membres de la Commission organisatrice viennent, il y a peu de jours, de constituer leurs Bureaux et ils ont pour rôle de déterminer, pour chacune des sept classes de la Section des Sciences, ce qui leur semble de nature à pouvoir être *utilement réclamé des exposants*, ainsi que de formuler une série de *desiderata* et de *questions de concours* en vue desquels le Gouvernement, pour récompenser les réponses primées, met à la disposition de la Section des Sciences, une somme de 40,000 francs.

Il est fâcheux, fait observer M. E. Van den Broeck, que les vacances vont bientôt interrompre les travaux à peine commencés de la Commission et peut-être conviendrait-il que, en vue d'aider et assurer le succès de la Section, les Sociétés scientifiques, qui comptent d'ailleurs dans leurs rangs la majeure partie des membres de la Commission organisatrice, se mettent à l'œuvre sans tarder.

La besogne sera ainsi facilitée aux Comités des diverses classes, lorsque se présenteront la rentrée et la reprise des travaux.

L'Assemblée, appuyant cette manière de voir, aborde immédiatement la discussion d'un *Programme d'exposition* pour la *Classe de Géologie* de la *Section des Sciences*, programme dont un projet est présenté par M. Van den Broeck.

Projet de programme d'une Exhibition Géologique.

A. Photographies de phénomènes naturels.

Structure des roches. Types divers de stratifications ou dépôts. Failles, fentes et diaclases. Contacts et Jonctions. Clivage. Anciennes surfaces avec indication de phénomènes divers (ripple-marks, gouttes de pluie). Surfaces de retrait, etc. Altération des dépôts (aspects des poches, puits naturels, orgues géologiques, zones d'altération simulant des ravinements ou superpositions).

Érosions et dépôts. Cañons. Gorges. Ravins, etc. Types de vallées diverses. Barrages. Dunes. Érosions éoliennes. Cascades et chutes d'eau. Résultats d'actions torrentielles, d'inondations, de divagations d'eaux sauvages. Deltas, etc.

(1) Un voyage prolongé de M. Gilson à l'étranger ne lui a pas permis, en fait, de s'occuper de l'organisation de la Section des Sciences.

Phénomènes glaciaires. Stries. Moraines. Blocs erratiques. Aspect de glaciers et de leurs divers phénomènes.

Sédimentation. Dépôts marins, fluviaux, lacustres et torrentiels.

Dépôts chimiques. Aspects de geysers, solfatares, tufs calcaires et dépôts siliceux. Sources minérales. Poches de phosphate. Accumulations de silex, résidus de roches crayeuses dissoutes.

Phénomènes sismiques. Effets des tremblements de terre. Crevasses et dénivellations.

Phénomènes et aspects spéléologiques. Grottes et cavernes. Engouffrements et sorties d'eaux souterraines sous forme de sources ou de réapparitions de rivières. Stalactites et stalagmites. Aiguigeois. Cheminées, etc.

Phénomènes volcaniques. } Phénomènes classiques et aspects divers
Phénomènes geysériens. } produits par ces phénomènes.

Ce qui précède étant plutôt donné comme *exemples* des diverses catégories de phénomènes géologiques pouvant être représentés par la photographie, que comme *cadre complet* de ce qui pourrait être fait dans cette direction.

B. Appareils et dispositifs de géologie expérimentale. — Dispositifs servant à rappeler les expériences classiques du genre de celles de Daubrée, Heim, Lory, Munier-Chalmas, Stanislas Meunier, et appareils pour obtenir les effets des plissements, clivages, formation de la houille, les phénomènes glaciaires, les dépôts chimiques. Capillarité et porosité des roches, Géotectonique (Modèles etc.). Métamorphisme.

C. Cartes géologiques, d'ensemble et détaillées. — Sol. Sous-sol. Sol et sous-sol en représentations simultanées. Cartes géologiques présentées comme base de cartes agronomiques. Services géologiques des diverses nations européennes et autres. Spécimens des divers types de cartes. Cartes souterraines faites à l'aide des données des forages et puits artésiens.

D. Appareils de sondages. — Appareils portatifs pour reconnaissances et levés géologiques. Appareils pour forages profonds, avec les types des principaux systèmes employés. Matériel et outillage d'exploration géologique en contrées peu ou point connues. Forage au diamant (appareils Nordenskiold). Traversée des sables boulants. Divers systèmes employés. Procédé par congélation. Échantillons des divers types de roches et terrains recueillis dans les forages et puits artésiens, en comparaison avec les échantillons des zones d'affleurement. Exposé

graphique de divers cas d'étude géologique du sol pour établissement de cimetières ; établissement d'écluses, de travaux d'art, de fondation ; établissement de tunnels, de travaux d'intérêt public, et mise en relief des services rendus par ces reconnaissances géologiques préalables.

E. ÉCHANTILLONS en séries locales, régionales ou autres, de roches constituant des types de formations diverses, des cas de métamorphisme, de pseudomorphose. Séries doubles, montrant les phénomènes d'altération des roches et dépôts. Phosphates. Minerais divers et roches exploitées en général. Marbres et calcaires disposés en lames minces pour montrer la structure interne et le mode de formation.

F. TRAVAUX ET PUBLICATIONS, surtout représentés par des planches, cartes, figures et diagrammes. Travaux des Institutions et Sociétés et des particuliers.

G. GÉOLOGIE, PALÉONTOLOGIE, HYDROLOGIE ET GÉOGRAPHIE PHYSIQUE DU CONGO (au point de vue purement scientifique). — Travaux, cartes, collections et matériaux utiles.

H. ÉTUDES, RECHERCHES ET CONSTATATIONS HYDROLOGIQUES. — Recherches d'eaux alimentaires en terrains meubles et en terrains rocheux. Captage des sources. Eaux minérales considérées au point de vue de leur origine géologique et de leur captage. Drainage des nappes aquifères. Pluviométrie. Perméabilité des terrains.

I. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION. — Réunion des matériaux d'origine belge servant ou pouvant servir de matériaux de construction. Matériaux étrangers utilisés en Belgique. Série de matériaux étudiés dans leur degré de résistance aux intempéries et provenant d'édifices anciens. Pierres artificielles fabriquées avec des matériaux belges. Collection spéciale des calcaires de la Belgique. Marbres, etc.

J. PALÉONTOLOGIE. — Ensembles fauniques de divers niveaux stratigraphiques offrant un intérêt spécial. — Documents pour l'étude de l'évolution des faunes. — Reconstitutions paléontologiques. — Moulages de types vertébrés intéressants ou peu connus. — Déformations mécaniques des fossiles. — Minéralisation, dissolution et pseudomorphose dans leurs rapports avec les fossiles. — Traces de pas ou de reptation d'animaux prises pour empreintes (travaux de M. Nathorst). — Collections et documents paléontologiques en réponse aux questions de concours et de desiderata.

L'assemblée est d'accord pour adopter les données qui précèdent comme éléments dont le Comité organisateur de la *Classe de Géologie*

de l'Exposition de 1897 pourrait utilement s'inspirer dans la confection de son programme définitif d'exhibition géologique.

De même, diverses questions seront signalées comme pouvant faire l'objet de recherches s'appliquant aux *Concours* et aux *Desiderata*.

Question mise à l'ordre du jour.

Examen critique et contradictoire de la thèse de M. Worré sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol et sur le rôle de la vapeur d'eau atmosphérique dans l'alimentation des eaux souterraines (1).

M. A. RUTOT fait à ce sujet la communication suivante :

A propos d'un travail de M. J. Worré sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol,

par A. RUTOT.

M. J. *Worré*, ingénieur en chef honoraire des travaux publics, à Luxembourg, vient de publier, dans les « Publications de l'Institut grand-ducal de Luxembourg », t. XXIV, 1896, un travail intitulé : « *Profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol, aux environs de la ville de Luxembourg, et question annexe de la génération des eaux souterraines.* »

Dans ce travail, l'auteur énumère un certain nombre d'observations, faites à l'aide de trous de sonde dans des terrains de natures diverses et dans des saisons différentes, à l'effet de constater jusqu'à quelle profondeur l'eau avait pénétré dans chacun d'eux à la suite de précipitations atmosphériques continues.

Ces expériences, faites aux environs de la ville de Luxembourg, ont eu pour sujet des emplacements variés, tels que :

Un champ, terrain végétal.
Id., terrain argileux.
Un pré plat, terrain végétal.
Id., terrain argilo-sableux.
Un pré en talus, terrain végétal.
Une forêt à surface couverte.
Un sol pavé.
Un sol empierré.

(1) Voir les Publications de l'Institut Grand-Ducal de Luxembourg, t. XXIV, 1896, pp. 71-89.

Ayant noté la quantité d'eau tombée pendant un nombre de jours déterminé (environ un mois), les vents dominants et la température moyenne, l'auteur a donc effectué, à la fin des diverses périodes d'observations, des sondages dans le but de voir jusqu'où l'humidité par pénétration d'eau pluviale avait pénétré, et il se fait qu'en aucun cas l'humidité n'avait pénétré plus bas que $1^{m}.79$.

Dans d'autres expériences, il a déterminé le temps nécessaire à l'assèchement complet de la partie imprégnée, à la suite d'une période de sécheresse.

De ses expériences, l'auteur conclut : 1° Que sur tous les terrains sur lesquels ont porté ses observations, la pluie n'a pu pénétrer suffisamment pour pouvoir alimenter la nappe aquifère sous-jacente ; 2° en généralisant — et croyant avoir expérimenté sur tous les sols non rocheux — il admet que la pénétration des eaux de pluie dans le sol ne peut alimenter directement les nappes souterraines que dans les seuls cas de sol rocheux fissuré, et 3° que tous les sols non rocheux ne peuvent contribuer à l'alimentation des nappes souterraines que par la condensation de l'eau renfermée à l'état de vapeur dans l'atmosphère.

L'auteur ajoute, du reste, que ces conclusions ont été émises d'une manière plus radicale encore avant lui par divers auteurs et notamment par le Dr *G. Vogler* qui, lui, arrive à déclarer sans ambages que « aucune eau souterraine (de l'intérieur de la terre) ne provient de l'eau de pluie ».

M. Worré trouve l'opinion du Dr Vogler un peu absolue et il admet, sans hésiter, que les terrains formant le sol peuvent se diviser en deux catégories : *A*. les terrains rocheux très fissurés, où l'on voit clairement les eaux de pluie s'engouffrer directement et s'écouler immédiatement dans la profondeur et qu'il appelle « terrains perméables en grand » ; *B*. les terrains non rocheux, qu'il appelle « terrains perméables en petit ».

A la suite de ses expériences, l'auteur admet donc la théorie du Dr Vogler pour les terrains perméables en petit.

Or, si nous en revenons à ces expériences, que constatons-nous ?

C'est qu'il y manque un des facteurs les plus importants du problème : le facteur géologique.

Parmi les terrains perméables en petit, quelles sont les divisions du sol qu'il aurait fallu étudier séparément au point de vue d'un résultat scientifique sérieux à obtenir ; c'est évidemment la gamme suivante :

Sable quartzeux pur,
Sable argileux,

Argile sableuse,
Argile plastique pure.

Ces types renferment tous les degrés, depuis la perméabilité jusque l'imperméabilité ; et des sols très répandus, comme les limons et les alluvions, peuvent facilement y être rattachés.

Quelle signification précise peut-on accorder aux divisions de l'auteur :

Un champ, terrain végétal.
Id., terrain argileux.
Un pré plat, terrain végétal.
Etc. (Voir succession donnée ci-dessus.)

Où pouvons-nous reconnaître nos types si nets et si facilement appréciables énoncés ci-dessus ?

Y a-t-il eu, parmi les terrains soumis aux expériences, une surface de sable quartzeux meuble ? Il y a lieu d'en douter.

Nous possédons également, comme géologues leveurs de cartes, qui nous servons constamment de la sonde depuis 1880, une expérience de quelque valeur et, d'autre part, dans nombre de nos coupes, ne voyons-nous pas, tracés en caractères remarquables, les effets évidents d'une pénétration longue et continue de nos sols sableux par les eaux de pluie.

En Belgique, sur d'énormes surfaces, le sable pur, quartzeux, meuble, existe en affleurement.

En Flandre, nous trouvons le sable flandrien ; en Campine, le sable campinien ; en Brabant, les sables wemmeliens, lediens, laekeniens, bruxelliens ; dans le Hainaut, les sables ypresiens et landeniens.

Or, depuis 1880, nous avons effectué des milliers de sondages dans ces sables et jamais, pendant la sécheresse, à partir d'une certaine profondeur, c'est-à-dire en dehors de la zone d'évaporation, nous n'avons trouvé de sable sec. Notre vrille pénètre dans les sables les plus meubles, et cependant nous retirons toujours l'échantillon, grâce à la cohésion que donne la pression et une certaine humidité constante.

Nous nous sommes trouvés, marchant sur ces sables par des pluies torrentielles, et nulle part nous ne trouvions trace de boue ou de ruissellement ; l'eau de pluie, à mesure qu'elle tombe, s'infiltre dans le sable ; on voit l'eau de chaque large goutte disparaître instantanément et nos sondeurs savent parfaitement que, dans ce cas, ils trouvent le sol mouillé à toutes profondeurs, le niveau des nappes liquides peu profondes s'élevant alors rapidement.

La vérité est que, dès que l'argile se trouve en proportion même

faible, mêlée au sable, la perméabilité disparaît avec une rapidité bien plus grande que celle de l'augmentation de la proportion d'argile.

C'est ainsi que nos limons fluviaux gris peuvent être considérés comme à peu près imperméables et qu'il faut une période de pluie très longue pour percer entièrement notre limon poussiéreux éolien et l'ergeron.

Toutefois, les preuves palpables de l'infiltration, c'est-à-dire du passage complet de l'eau de pluie au travers de toute la couche de limon, existent dans le terrain même. Ce sont les effets de la dissolution du calcaire pulvérulent renfermé dans le limon.

Lorsque le limon éolien présente des épaisseurs de 5 à 6 mètres et plus, comme le long de la Nouvelle Avenue de Tervueren, qu'observons-nous : d'abord, au sommet du limon, une zone assez régulière de 2 à 3 mètres du limon entièrement décalcarisée, constituant la terre à briques, puis, bien au-dessous de cette zone, souvent près du cailloutis de base du limon ou de l'ergeron, un niveau abondant de petites concrétions calcaires, qui ne sont que le calcaire dissous dans la zone supérieure, grâce à la faible proportion d'acide carbonique contenu dans l'eau de pluie, entraîné vers le bas, à travers toute l'épaisseur du limon par l'eau qui s'infiltre dans toute la masse et qui vient se concrétionner par suite de l'excès de calcaire en présence du bicarbonate dissous.

Si les eaux de pluie n'avaient pu pénétrer dans le limon plus profondément que deux ou trois mètres, puis qu'elles se seraient évaporées dans la période sèche, les couches supérieures du limon seraient-elles radicalement décalcarisées comme elles le sont ? Évidemment non.

A plus forte raison si c'était une simple condensation de la vapeur atmosphérique, celle-ci ne pourrait fournir dans le sol que de l'eau distillée, qui n'aurait aucun effet dissolvant sur le carbonate de chaux.

Mais dans les sables, les effets sont encore bien plus prononcés.

Nous avons largement représentés aux environs de Bruxelles, les sables calcareux des étages ledien, laekenien et bruxellien.

Or, il y a longtemps que M. *Van den Broeck* nous a fait connaître tous les phénomènes qui se produisent par l'infiltration des eaux de pluie chargées d'acide carbonique au travers de ces sables calcareux, leur décalcarisation complète en poches irrégulières, la dissolution des bancs de grès, la décalcarisation des graviers de base des étages, etc.

Ces effets, qui peuvent s'observer dans chaque coupe faite sur un vaste territoire, montrent à l'évidence les résultats de l'infiltration des eaux de pluies au travers de la masse totale des sables et leur contribution directe, après filtration, à l'alimentation de nos nappes aquifères.

A mon avis, les expériences faites par M. Worré sont loin d'avoir la portée qu'il leur donne.

Elles peuvent tout au plus montrer que les seuls terrains sur lesquels ont porté ses essais sont inaptes à l'infiltration profonde des eaux de pluie et par conséquent inaptes à l'alimentation des nappes aquifères par infiltration verticale.

Il nous serait très facile de montrer exactement les mêmes résultats dans certaines régions limoneuses, alluviales et argileuses des environs de Bruxelles.

Il n'en est pas moins vrai que l'eau de pluie s'infiltre avec la plus grande facilité dans les affleurements de sables purs et, plus difficilement, dans les sables légèrement argileux et que ce sont ces eaux, filtrées au travers des sables, qui alimentent directement les nappes aquifères.

A part ce fait principal, le travail de M. Worré est intéressant en ce qu'il fournit des coefficients d'infiltration, d'évaporation, etc. qui peuvent être utiles aux ingénieurs pour la solution d'un certain nombre de problèmes locaux.

M. Van den Broeck présente sur l'objet à l'ordre du jour les réflexions suivantes :

Quelques considérations sur la perméabilité du sol, sur l'infiltration pluviale et sur la condensation souterraine des vapeurs d'eau, à propos des recherches et exposés de MM. Worré et Duclaux.

Tout en étant d'accord avec mon collègue et ami M. *A. Rutot* sur l'utilité qu'il y a, dans des recherches et expériences comme celles qu'a faites M. *Worré* sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol des environs de Luxembourg, de bien définir, au point de vue lithologique et géologique, les sols ayant servi de champs d'expérience, il me semble que ce travail, malgré les petites imperfections de méthode signalées par M. Rutot, mérite d'attirer sérieusement notre attention. Certains des faits qu'il expose montrent que la question de *descente verticale* des eaux pluviales allant alimenter, simplement d'après les lois de la pesanteur, les nappes souterraines *ne constitue nullement la très simple solution* d'un problème, qui paraît en réalité *très complexe* et *très intéressant à étudier sous ses diverses faces.* Divers éléments importants viennent le compliquer : l'évaporation, les condensations de vapeur d'eau et la capillarité.

D'ailleurs si une thèse aussi hardie, aussi exagérée il faut bien le dire, que celle du Dr *Vogler*, disant qu'*aucune* eau souterraine n'émane

de l'infiltration pluviale, a pu trouver des partisans et surtout des défenseurs, qui en ont adopté une expression plus mitigée, cela veut dire que tout au moins, certains faits ont été constatés montrant que le problème est moins simple qu'il n'en a l'air.

M. *Van den Broeck* se propose à ce sujet de résumer l'intéressant article que M. *E. Duclaux*, Membre de l'Institut et Professeur à la Sorbonne, a consacré, dans l'un de ses chapitres REVUES et ANALYSES des *Annales de l'Institut Pasteur* (3e année, 1890, pp. 172-184) aux *Relations du sol et de l'eau qui le traverse*. Cette étude est bien apte à montrer qu'il y a beaucoup à faire avant d'arriver à une certitude absolue de la connaissance du mécanisme complexe de l'alimentation des nappes souterraines imprégnant les dépôts meubles. Mais auparavant l'orateur désire signaler quelques-uns des faits les plus saillants résultant de l'exposé de M. *Worré*.

Il y a d'abord le maximum de $1^{m}.79$ d'épaisseur du sol traversé par les eaux pluviales, à mettre en regard du fait que l'imprégnation du sol, d'après les expériences de M. Worré, ne persiste pas d'une pluie à l'autre. Au bout de 7 à 20 jours, suivant la nature du terrain, l'imprégnation d'humidité du sol provenant de chutes pluviales, avait disparu même en saison froide. Par capillarité, dit l'auteur, l'eau monte progressivement jusqu'à la surface du sol, où elle s'*évapore* sous l'action du soleil et du vent. L'évaporation de l'eau, par le sol, peut être comparée, dit M. Worré, à ce qui se passe dans une lampe à huile. L'huile du réservoir monte dans la mèche au fur et à mesure qu'elle se consume en haut.

Parmi les exemples que donne l'auteur du peu de contribution que fournit parfois l'eau pluviale aux eaux de fond, il convient de citer le suivant, qui est parfaitement d'accord avec des observations du même genre qu'a faites notre collègue M. *Moulan*, dans la région de la Gileppe, dont il a fait depuis de longues années une étude approfondie. « On a constaté, qu'en été, quand la végétation est luxuriante, » les eaux de drainage sont rares, la plus grande partie de l'eau tombée » étant rejetée dans l'atmosphère par la transpiration formidable des » végétaux.

» On a de même constaté, qu'après une ondée, à la suite d'une » période de sécheresse prolongée, il se produit une *diminution* dans » le débit de la plupart des sources superficielles et des petits cours » d'eau. C'est que la végétation languissante, réveillée subitement par » ce bienfaisant arrosage, acquiert une vigueur soudaine et absorbe non » seulement toute la quantité d'eau tombée, mais une portion plus » grande de la nappe souterraine, à laquelle les racines peuvent

» atteindre. » (Il s'agit ici bien entendu de la nappe superficielle ou phréatique).

Une affirmation importante émise par M. Worré et qu'il doit être facile de vérifier, est celle consistant à dire « qu'en fouillant le sol jusqu'à » l'eau souterraine quelque temps après une pluie, on l'a trouvé : » d'abord sec, ensuite humide, après sec, puis l'eau de fond ».

Le facteur *évaporation* est étudié avec quelques détails par M. Worré et on ne peut nier son importance. Il dit avec raison que l'évaporation « varie suivant la nature du sol, sa capacité d'absorption par l'eau et la difficulté qu'il éprouve à se dessécher ; suivant l'inclinaison des coteaux qui peuvent retenir les eaux plus ou moins longtemps sur leurs versants; suivant la nature de la végétation qui recouvre le sol et surtout suivant la violence des vents et leur degré d'humidité ».

La végétation, ajoute-t-il, modère l'évaporation du sol; mais, en revanche, elle y ajoute un contingent plus ou moins considérable par sa transpiration et sa nourriture. » « Selon les circonstances, dit l'auteur, l'évaporation représente de 10 à 80 pour cent de la quantité d'eau tombée ; à son *maximum* au mois d'août, elle serait quatre fois plus considérable en été qu'en hiver. » Voici les chiffres donnés comme coefficients moyens d'évaporation annuelle (en millimètres de hauteur d'eau) pour divers types de surfaces libres. Un pré, 1200 à 1800 mm ; un terrain marécageux, 639 mm; une surface liquide, de 600 à 1050 (1), une terre labourée, 600 mm; un terrain saturé d'eau, 409 mm ; un sol drainé, 507.5 mm ; une forêt à surface peu couverte, 159 mm ; une forêt à surface fortement couverte, 70 mm.

La *végétation* joint parfois son action évaporante très active, à celle de l'évaporation de surface, pour enlever du sol l'eau qu'y ont versée les chutes pluviales.

Partant de ce fait qu'une plante herbacée évapore environ 300 grammes d'eau pour élaborer 1 gramme de matière sèche, M. Worré fait remarquer que la récolte, sur un hectare de froment, des 8000 kilogs de matières sèches que produit la pousse d'une année représente la circulation dans les tissus du froment d'environ 2,400,000 kilogrammes d'eau. Cela correspond, par mètre superficiel, à une hauteur d'eau de 240 millimètres.

Un hectare de bois de hêtres, suivant que les arbres ont de 30 à 40 ans, de 50 à 60, ou plus d'un siècle d'existence, représentera un

(1) Les études hydrologiques faites par le Service géologique des États-Unis et relatives à l'évaporation de la surface liquide de certains lacs ont fourni un chiffre analogue (1078 mm) dans l'Utah et un chiffre presque double (2182 mm) dans le Texas.

soutirage annuel s'élevant respectivement par mètre carré à 68, 133 et 358.7 millimètres d'eau.

Mais ce n'est pas tout : la *nutrition* de la plante agit dans le même sens que le phénomène d'évaporation de ses tissus. M. Worré signale, en effet, que les plantes herbacées contiennent jusque 90 % de leur poids d'eau, les plantes ligneuses jusque 50 % et les arbres fruitiers de 56 à 60 %.

L'auteur a raison de dire qu'une faible partie de la pluie qui tombe est encore absorbée, fixée d'une manière durable par la transformation de certaines roches.

La transformation chimique des sels ferreux et leur fixation sous forme d'hydroxydes, qui produit les minerais de fer, les oxydations et rubéfactions de roches, les concrétionnements ferrugineux, si abondants dans les dépôts meubles de tous âges : tout cela concourt à fixer les éléments chimiques d'une certaine quantité d'eau tombée.

Mais un autre phénomène chimique : la dissolution des sels et éléments calcaires de certains sables en dépôts meubles sous l'action de l'acide carbonique des eaux pluviales doit cependant être considéré comme un facteur amenant, après un certain temps, par le fait même de la disparition de l'élément calcaire, une facilité d'imprégnation plus grande pour la descente ultérieure des eaux pluviales, au sein des sables ainsi décalcarisés.

La correspondance bien établie qui existe entre le degré hydrotimétrique des eaux de la nappe souterraine sous-jacente à ces sables calcarifères — comme ceux de Bruxelles par exemple — et la présence ou plutôt la préexistence des éléments calcaires sus-jacents aux dites eaux montre, contrairement aux vues singulièrement exagérées du Dr Vogler – et que d'ailleurs n'admet pas M. Worré — qu'il y a une correspondance fondamentale, en dépit des facteurs adventifs et des complications du problème, existant entre la chute pluviale et l'alimentation des nappes souterraines.

Parmi les facteurs qui tendent à diminuer la quantité d'eau pluviale qui filtre au travers de la terre, M. Worré n'a garde d'oublier le *ruissellement*, estimé au tiers environ de l'eau tombée. Le coefficient du ruissellement doit, en réalité, dit M. Van den Broeck, présenter une certaine élasticité. Il suffit pour cela de comparer ce qui se passe dans les régions schisteuses ou phylladeuses des Ardennes par exemple, où le ruissellement est énorme, sauf sur les plateaux marécageux et absorbants des Hautes-Fagnes, avec ce que l'on voit dans les régions calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse, où il y a une multiplicité considérable de puits d'engouffrement et d'absorption

d'eau alimentant directement les réservoirs souterrains, et enfin avec ce qui se passe aussi bien dans nos régions limoneuses, relativement absorbantes, que dans nos sols sableux, où le ruissellement est nul.

A ces divers types de sols doivent évidemment correspondre des différences *considérables* dans le coefficient du facteur éliminatoire du ruissellement ; ce qui s'oppose à l'adoption d'*un chiffre unique* tel que celui fourni par M. Worré.

L'auteur ici analysé continue son étude en signalant la moyenne annuelle de la chute pluviale mesurée en millimètres, dans les divers pays d'Europe, et les chiffres qu'il produit varient de 400 à 800 millimètres. La rosée et les brouillards doivent encore être adjoints à l'eau des pluies, et l'auteur signale que, d'après Dalton, ces éléments réunis constituent pour le sol de l'Angleterre un rapport annuel de 742 millimètres, dont une quarantaine seraient dus à la rosée seule.

Armé des divers éléments comprenant l'*apport* des eaux venant de l'atmosphère et admettant que les 2/3 des eaux pluviales pénètrent dans le sol, l'auteur est arrivé à calculer que le sol des forêts du Luxembourg ne laisse guère annuellement filtrer à demeure, au profit des nappes aquifères et des sources qui en constituent le trop plein, qu'environ *200 millimètres d'eau*. En regard de la chute annuelle (qui, abstraction faite de l'apport des brouillards et de la rosée, s'élève à $746^{mm}.8$ pour la ville de Luxembourg), c'est donc un facteur d'alimentation très *peu élevé* pour la nappe souterraine.

Mais ce qui doit donner plus à réfléchir et engager à rechercher l'action concomitante d'autres bases d'alimentation, c'est le fait qu'en de nombreuses régions il semble établi que l'évaporation annuelle soutire à la terre *plus d'eau* que n'en apportent les chutes pluviales ! Ainsi, à Marseille, l'évaporation serait de 2300 millimètres, tandis que la pluie n'amène sur le sol que 523 millimètres d'eau.

Ce n'est pas là une observation localisée et exceptionnelle, puisqu'un savant professeur hydrologue de Carlsruhe, M. *Buker*, déclare dans un de ses ouvrages « qu'il résulte de nombreuses observations » faites dans différents pays de la terre, le fait important que l'évapo- » ration dépasse la quantité de pluie qui tombe. » M. *F. E. Schulze* confirme le même fait.

Ceci établi, il n'est plus possible, semble-t-il, d'attribuer à l'eau pluviale *seule* l'alimentation souterraine des nappes aquifères. Nous laissons ici la parole à M. Worré, qui termine son étude par les pages suivantes :

« Dans ces circonstances, il faut bien qu'il existe, indépendamment

de l'eau de pluie, une autre cause encore des eaux souterraines, et on ne peut la trouver, d'accord avec Vogler, que dans la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air.

» Rappelons d'abord, à cet effet, quelques données de physique :

» Un mètre cube d'air contient de 3 à 50 grammes de vapeur d'eau, selon la température.

» D'après Dalton, la quantité d'eau en suspension dans l'atmosphère, est de soixante-dix millions de tonnes, correspondant à une couche de 14 à 15 centimètres de profondeur, étalée sur la surface de la terre.

» L'air n'est pas toujours saturé, mais il peut le devenir par refroidissement.

» A chaque température correspond un état déterminé de saturation de la vapeur, c'est-à-dire un maximum de tension ; en abaissant cette température, on ramène partiellement une vapeur saturée à l'état liquide.

» Pendant l'été, aussi longtemps que la température moyenne de l'air ambiant est plus élevée que celle de l'intérieur du sol, l'air qui y pénètre, se refroidit, la vapeur qu'il renferme se rapproche donc toujours davantage du maximum de tension et, si le refroidissement est assez grand, elle l'atteint, et la vapeur passe partiellement à l'état liquide, ainsi que nous la voyons se déposer, p. ex., sur la surface d'un vase plein d'eau froide, placé dans de l'air chaud, ou sur la surface intérieure des vitres des appartements, lorsque l'air extérieur est beaucoup plus froid que l'air intérieur ; c'est une espèce de rosée interne qui se produit dans le sol, dont les gouttelettes descendent de plus en plus bas, d'une manière continue, par l'action de la pesanteur.

» Pendant l'hiver, tant que la température de l'air ambiant est, au contraire, plus basse que celle de l'intérieur du sol, c'est la réfrigération de l'air renfermé dans le sol, par suite de son mélange avec l'air plus froid de l'extérieur, qui donne naissance à de l'eau, par la condensation d'une partie de sa vapeur.

» Comme c'est sur la poussière de l'air que se fait la condensation de la vapeur d'eau, puisque sans elle, il n'y aurait ni brouillards, ni nuages, ni brumes, etc., ne peut-on pas en inférer que les vapeurs d'eau trouvent dans les particules terreuses du sol un milieu favorable à leur condensation.

» Mais une condensation continue et abondante de la vapeur d'eau de l'air dans l'intérieur du sol, suppose un échange continuel entre l'air intérieur et l'air extérieur, échange qui s'effectue réellement, en vertu de la diffusion des gaz de natures, de compositions, et de tensions différentes.

» On sait que l'air atmosphérique est composé, en volumes, de 20,8 d'oxygène, de 79,2 d'azote, de 3 à 6 dix-millièmes d'acide carbonique et de 6 à 9 millièmes de vapeur d'eau (1).

» Or, l'oxygène, qui s'accumule dans la terre poreuse, s'attaque aux substances organiques et les minéralise ;

» L'acide carbonique aide l'eau à dissoudre les carbonates de calcium, de magnésium et de fer ;

» L'azote est assimilé, entre autres, par les légumineuses, au moyen des nodosités à bactéries que portent leurs racines ;

» La vapeur d'eau disparaît en partie par condensation ;

» La tension se trouve abaissée par le refroidissement ;

» Il en résulte que l'air, après quelque séjour dans l'intérieur de la terre, se trouvant gravement altéré, sous tous les rapports, dans sa constitution initiale, tend à se mêler, par voie de diffusion, avec l'air atmosphérique, pour reformer un tout homogène ; et comme l'atmosphère est presque infinie par rapport au volume de l'air altéré du sol, cet air doit se dégager presque en totalité, pour que l'équilibre devienne stable ;

» Immédiatement après, le même processus se répète, et ainsi de suite.

» Le calcul fait voir, qu'en été, avec une température de 30 à 35 degrés, les deux tiers de la vapeur d'eau de l'air, qui est entré dans le sol, se résolvent en eau ; et, qu'en hiver, avec une température de —10°, le mélange d'un mètre cube d'air extérieur et d'air intérieur, produit $1^{gr}.5$ d'eau.

» L'air étant 800 fois plus léger et plus fluide que l'eau, possède probablement une faculté de pénétration en rapport ; aussi la météorologie d'aujourd'hui enseigne que l'océan aérien s'étend jusqu'à des profondeurs inconnues dans la terre.

» L'air humide pouvant ainsi pénétrer dans le sol à des profondeurs bien plus considérables que l'eau de pluie, il s'ensuit que le produit de la condensation de la vapeur d'eau, à ces profondeurs, sera mieux protégé que l'eau de pluie, contre l'évaporation superficielle ; l'eau de pluie, en effet, n'imprègne le sol, comme nous l'avons vu, que sur une assez faible épaisseur, et dont l'effet disparaît souvent avant qu'une nouvelle pluie tombe.

» On sait, du reste, que toutes les roches contiennent de l'humidité naturelle, que l'on appelle *eau de carrière ;* la proportion de cette eau

(1) On a découvert naguère un troisième gaz dans l'air atmosphérique, entrant dans sa composition pour un centième ; il est plus dense que l'azote, neutre et inerte, nommé pour cela *Argon*.

varie, des roches granitiques bien compactes jusqu'aux marnes, de quelques dix-millièmes à 40 pour 100 ; c'est une preuve que l'humidité pénètre partout.

» Comme l'action humidifiante de l'air est continue et plus persistante que celle de l'eau de pluie, elle est, par là, plus propre à engendrer, dans les terrains perméables en petit, des nappes souterraines aquifères. Dans ces terrains, la pluie ne jouerait plus que le rôle d'augmenter l'humidité de l'air ; mais son rôle direct, dans les régions à terrains perméables en grand et dans les forêts, reste considérable.

» Du temps de Descartes, on expliquait l'origine des sources par l'introduction des eaux de mer dans la croûte terrestre, à travers les fractures et les fissures dont elle est entrecoupée, par l'évaporation de ces eaux, grâce à la chaleur interne, leur ascension, et puis leur condensation au contact des couches froides supérieures du sol. S'il en était ainsi, le débit des sources devrait augmenter avec le froid, tandis que l'on a constaté le contraire.

» Néanmoins, les eaux de mer pénètrent dans le sol des continents. J'en donne comme preuve le tremblement de terre qui détruisit Smyrne, en 1688, pendant lequel des crevasses qui s'étaient formées dans l'intérieur du pays, rejetaient et vomissaient des vapeurs et de l'eau de mer avec des poissons.

» Du reste, nous ne savons pas ce qui se passe dans les profondeurs mystérieuses de la terre. Les investigations de l'homme n'ont pas été poussées assez profondément ; les sondages qui ont été faits jusqu'à présent, n'atteignent pas, si je ne me trompe, deux kilomètres.

» Pourtant, il n'est pas impossible que les eaux qui peuvent pénétrer jusqu'au bas de la croûte solide, ne remontent en partie, par suite de leur évaporation.

» Notons que les grandes quantités d'eau qui existent dans les entrailles de la terre, y ont été, sans doute, emmagasinées pendant l'immense durée des périodes géologiques, de sorte qu'elles n'ont plus besoin, aujourd'hui, que d'être alimentées, au fur et à mesure des déperditions, au moyen des météores aqueux.

» Si j'incline en partie vers l'hypothèse Vogler, c'est la logique des faits qui m'y entraîne.

» Quoi qu'il en soit, la lumière n'est pas encore suffisamment faite sur la question. Bien des mystères restent à percer. »

Sans entrer actuellement dans la discussion de certains points de l'exposé final qui précède du mémoire de M. Worré, M. *Van den Broeck* passe directement à l'étude de M. *Duclaux* mentionnée plus haut, parue il y a six ans dans les Annales de l'Institut Pasteur et inti-

tulée : *Sur les relations du sol et de l'eau qui le traverse.* L'auteur rappelle d'abord les théories de *Pettenkofer* (Zeitchrift fur Biologie et Archiv. für Hygiene) dont l'apparition provoqua en Allemagne des discussions animées, et il résume les résultats acquis.

M. Duclaux examine d'abord ce qui se passe au contact avec le sol, d'eau distillée, c'est-à-dire privée d'éléments minéraux, organiques et de germes vivants.

La première action, la plus intense, la plus générale, c'est le *mouillage* des corps, à la surface desquels il y a une telle *adhérence liquide*, que ni pesanteur ni force centrifuge intense ne peuvent la vaincre. C'est l'expérience du tube capillaire plongé dans l'eau. D'après la loi de Jurini, la hauteur de la colonne soulevée est en raison inverse du diamètre du tube. Si l'on remplace le tube étroit par les interstices irréguliers, mais plus fins, d'une masse cendreuse disposée dans un large tube on obtiendra une masse terreuse humectée sur une hauteur d'autant plus grande que les éléments cendreux seront plus ténus.

Comme dans le tube capillaire, la hauteur d'ascension ne dépend que de la résistance de la membrane élastique couvrant le liquide et qui est en contact avec l'air (membrane formée par le jeu naturel de l'adhérence des molécules d'eau avec les molécules d'air) et ne dépend nullement de la nature du solide. Une fois le corps mouillé ce sont les seules forces moléculaires du liquide qui entrent en jeu.

Donc l'*attraction* capillaire — cause première du phénomène — dépend à la fois de la nature du solide et de celle du liquide, mais la *hauteur d'ascension* capillaire et, en général tous les *phénomènes capillaires*, ne dépendent plus ensuite que de la *nature du liquide.*

Cette distinction est importante à retenir. En ce qui concerne le sol pulvérulent, dont tous les éléments se laissent mouiller, les phénomènes d'ascension capillaire dépendront de la *grosseur* et non de la *nature* des éléments. De la grosseur des éléments dépend aussi la dimension des espaces lacunaires. Il est à remarquer que le volume total des vides entre les grains d'une masse sableuse ou pulvérulente ne varie pas beaucoup avec la grosseur de ces grains. Ce qui varie c'est la *dimension* de ces vides et la valeur moyenne de la distance des parois irrégulières.

Dans une masse sableuse filtrante quelconque, il y a environ 1/3 de vide, occupé par l'air quand la masse est sèche, par l'eau quand elle fonctionne comme filtre. Avec des grains égaux, quelle que soit leur grosseur, il y aurait théoriquement 500 litres d'air ou d'eau *par mètre cube.* Mais dans la pratique il y a généralement mélange de grains plus petits ; ce qui diminue, quoique faiblement, ce rapport.

M. *C. Piefke* a étudié cinq espèces de sables de finesse croissante; l'espace vide a seulement varié de 29 à 34 % (au lieu de 50 %). D'une manière générale, on peut admettre que pratiquement il y a *un tiers* de vide.

La résistance à la circulation et à l'infiltration s'accroit avec la diminution des espaces lacunaires. Pour mesurer cette résistance (ou degré de perméabilité) on peut faire traverser un mètre carré de terre d'une épaisseur donnée, soit par de l'eau, soit par de l'air et voir, en un temps donné avec une pression déterminée, ce qui aura passé. Cette résistance au mouvement est distincte de la *capacité* absorbante, que l'expérience de Biot a fait constater. Dans cette expérience un entonnoir chargé de matières meubles reçoit l'eau du bas. Quand, sous l'action de la capillarité, l'affleurement liquide apparaît à la surface du dépôt, l'excédent liquide s'écoule par le bec laissé alors libre. Quand l'équilibre est établi, toute goutte d'eau ajoutée en haut s'échappe en équivalence de volume par le bas. Cette masse mixte, liquide et solide, remplissant le récipient a les propriétés des solides et des liquides en même temps; elle est *liquide* pour la transmission des pressions et *solide* au point de vue de la pesanteur. C'est là la donnée de la *capacité pour l'eau*.

Dans les sables et dans les corps analogues, cette capacité mesure à peu près le volume total des espaces lacunaires. Mais pour une même substance, cette capacité varie suivant le degré de finesse et de tassement. D'une substance à une autre, elle varie avec la densité et avec la tendance particulière à l'agglutination avec l'eau.

Cette capacité du sol pour l'eau est ce que *Schuller* a mesuré sous le nom d'*hygroscopicité*. Les chiffres obtenus sont de 25 à 60 % pour le sable; 27 % pour le sol calcaire; 40 à 70 % pour la glaise et l'argile; 190 % pour le terreau. De ce dernier chiffre on peut conclure à une relation générale entre la quantité totale des matières organiques contenues dans un sol et la résistance de celui-ci au dessèchement.

Après cette entrée en matière, l'auteur examine le cas de l'*eau de pluie* tombant sur le sol. Il a d'abord en vue un cas simple : celui d'une couche sableuse très perméable, supposée sèche et ayant toute sa capacité pour l'eau. On pourrait croire, au premier abord, que l'eau va s'y engouffrer tant que cette capacité ne sera pas satisfaite et qu'ensuite vont se produire les phénomènes de déplacement du haut vers le bas, dont il a été question ci-dessus à propos de l'expérience de Biot. L'auteur montre pourquoi il n'en sera d'ordinaire pas ainsi. Il faut tenir compte de l'*air* contenu dans la masse des sables et que les premières couches d'eau auront isolé de la masse aérienne; cet air fera

de la *résistance*, gênera le passage sur divers points, à moins qu'il ne trouve des issues pour s'échapper par places et rendre très irrégulière l'humectation de la masse de sable. Il n'y aura donc qu'une portion de cette masse qui sera mouillée et qui pourra livrer passage à l'eau sollicitée par la pesanteur.

Si le débit par le total des sections mouillées est suffisant pour laisser passer l'eau qui tombe sur toute la surface, le sable restera absorbant et il n'y aura pas d'eaux superficielles. Si ce débit est insuffisant au contraire, une partie plus ou moins considérable de la pluie tombée coulera à la surface du sol suivant les lignes de plus grande pente et s'en ira directement dans les ruisseaux et les rivières.

Si cette couche sableuse repose à son tour sur une couche imperméable, on verra apparaître au bas de la couche une source, qui débitera la quantité d'eau qui aura pénétré. A chaque nouvel apport d'eau à la surface, correspondra, dit M. Duclaux, par suite de déplacements successifs du haut en bas, un écoulement égal par la partie inférieure ; si bien que connaissant le volume emmagasiné et la hauteur annuelle de la pluie, on pourra facilement calculer le temps au bout duquel reparaît au jour l'eau qui tombe, à un moment donné, à la surface de la couche. Il faudra évidemment que la quantité totale de pluie tombée pendant ce temps soit égale au volume d'eau emmagasiné.

M. Hoffmann a fait pour Leipzig le calcul de ces éléments. Il a trouvé que la pluie mettait *114 jours* à traverser *1 m. de sable fin* dont les grains avaient de 3/10 à 5/10 de millimètre de diamètre Il lui faudrait donc *plus d'un an* pour atteindre la nappe souterraine alimentant les puits de Leipzig.....Mais les eaux paraissent devoir se réunir plus rapidement en zones utilisables.

Avec des inégalités de grain dans le sable, il y a des inégalités (M. Hoffmann l'a constaté lui même) dans les veines descendantes.

Mais dans d'autres sols que les sols sableux, ces divergences s'accentuent encore.

« Dans les calcaires, même les plus poreux, la finesse des pores et leur pénétration habituelle par l'air font que cet air ne se laisse pas déplacer. Il suffit de creuser à quelques centimètres, une couche de CRAIE *exposée depuis des semaines à la pluie*, pour la trouver *sèche*, ou au moins réduite au degré d'humidité qu'exige l'équilibre des tensions de la vapeur en ses divers points. Ces couches calcaires voisines de la surface sont *stériles*, comme l'ont montré les expériences de MM. Roux et Chamberland. Elles ne sont pas dans les conditions de perméabilité d'une couche sableuse de même profondeur et l'eau ne circule guère qu'au travers des *fissures* nombreuses qui pénètrent ces

couches calcaires, fissures que du reste les eaux élargissent constamment, ajoute M. Duclaux, *en dissolvant leurs parois.*

« Les eaux de la Vanne empruntent ainsi 10 m³. par jour de matériaux au sol crayeux qu'elles traversent. Il ne faut plus dans ces conditions parler de retard au passage et d'années de pénétration à faible profondeur. Les eaux de la Vanne traduisent, à un ou deux mois de date, l'effet de la pluie d'automne sur les coteaux assez élevés qui dominent les sources. Dans le Jura, au travers de couches perméables et plus fissurées, le gonflement d'une source dans la plaine suit parfois, à *quelques heures de distance*, un orage dans la montagne, et vient en apporter la nouvelle à l'habitant de la vallée, qui ne l'a pas entendu. »

L'auteur parle ensuite des *terrains granitiques*, tantôt très impénétrables, tantôt parcourus par des fissures fines et nombreuses, permettant le suintement. Par la *régularité de l'action de leurs parois*, que l'eau ne corrode pas, ils peuvent être rangés à côté des terrains sableux. Par leur *circulation fissurale,* ils sont voisins des terrains calcaires.

L'imperméabilité des terrains argileux a une tout autre origine.

« Celle des calcaires compacts, des andésites volcaniques, des granits des terrains primaires vient de ce que la roche est impénétrable pour l'eau. Sa capacité pour l'eau est nulle. Elle reste constamment sèche. L'*argile* est au contraire perméable lorsqu'elle est sèche, imperméable lorsqu'elle est mouillée. De l'argile délitée au soleil, mise dans un entonnoir de verre (expérience Biot) arrosée d'eau, se laisse traverser très rapidement par les premières portions versées, qui trouvent un facile chemin au travers des fragments irréguliers ; mais peu à peu cette argile foisonne, comme on sait, et forme une pâte liante et homogène. A ce moment elle est devenue tout à fait impénétrable. On a beau remplir d'eau et même exercer une pression sur l'entonnoir qui la contient, elle ne laisse transsuder aucune goutte d'eau au travers de sa masse, ce qu'il faut attribuer d'abord, à ce que les molécules d'argile très ténues (il y en a dont la dimension est inférieure à un millième de millimètre) ne laissent entre elles que des intervalles presque infranchissables pour l'eau; mais cela ne suffit pas. Il faut aussi admettre que l'atmosphère d'eau, dont s'entoure par attraction chaque molécule d'argile, est plus fortement retenue, et devient par là plus difficile à déplacer de proche en proche qu'avec d'autres corps. »...

L'argile a une attraction toute spéciale pour l'eau, qu'elle emprunte aux corps les plus divers et elle est très sensible à l'action des mordants... Une eau chargée de particules argileuses et restant trouble, se clarifie sous l'influence de quelques millièmes d'alun ou de chlorure de magnésium.

L'argile, soit pure, soit contenant même de la craie (et alors à l'état de marne) est un bon type de terrain imperméable. Quand les eaux ayant traversé des couches sableuses perméables, rencontrent de l'argile, elles coulent à sa surface en suivant sa ligne de plus grande pente. Elle produit ainsi cette nappe souterraine, cette « untergrund wasser », à laquelle la théorie Pettenkofer fait jouer un si grand rôle dans l'étiologie de certaines maladies.

L'auteur montre que les conditions spéciales qui existent à Munich, n'existent pas partout. Le cas se rencontre principalement sous les nappes d'alluvions des grandes vallées actuelles. Les affleurements de cette nappe forment, selon le cas, des étangs, des marais ou des sources. Cette nappe, à moins qu'elle ne soit très superficielle, traduit avec lenteur l'effet de la chute des pluies. C'est au bout d'un mois, de deux ou de six mois après les pluies, que grossissent les sources qui constituent le trop plein de ces nappes. « Dans la région du Havre, *M. Meurdra* porte à 30 mois la durée d'écoulement fournie aux sources par les pluies des hivers les plus humides. La nappe souterraine a donc parfois un volume égal à celui de la totalité de la pluie tombée pendant plus de deux ans sur la surface sur laquelle elle s'alimente. »

Pettenkofer a donc *exagéré* l'influence des causes de contamination, qui en réalité ne cesse d'être faible qu'à petite distance de l'émergence de l'eau, soit dans une source soit dans un puits. Mais il faut tenir compte, dans toute étude sur ce sujet, du volume de cette source, de son mouvement continu et des phénomènes d'absorption qu'elle peut subir sur son parcours de la part des sols poreux qu'elle traverse.

En ce qui concerne les relations de la nappe avec les cours d'eau, le cas *général* est que le lit du fleuve est imperméable parfois par nature, parfois par formation, comme dans les filtres, de végétations cryptogamiques ou microbiennes formant un feutrage infranchissable. Mais, en cas de crues, souvent les communications s'établissent. On s'en aperçoit par la température et la composition de l'eau des puits et des galeries souterraines. La nappe souterraine d'une vallée d'alluvion est toujours plus haute que le niveau moyen du fleuve... EXEMPLE : la Seine à Paris est à la cote 25. La nappe aquifère est à la cote 40 à Belleville ; à 36 au boulevard Magenta ; à 33 aux Buttes Chaumont ; à 25 à la Barrière de l'Etoile. La pente de la nappe aquifère est forte sur la rive droite, elle suit celle des terrains imperméables de son substratum. Sur la rive gauche elle est moins élevée : 26 m. au Quai des Grands-Augustins ; 30 à l'Observatoire ; 29 à la Barrière Montparnasse...

Les sources et les fleuves emportent donc à la mer toute la pluie *moins l'évaporation*. Passant au phénomène de l'*évaporation* l'auteur

se demande comment l'on peut se faire une idée de ce facteur important. « La meilleure manière d'en mesurer l'effet *in toto* est, dit-il, de comparer la quantité d'eau tombée à celle que la totalité des fleuves ou des rivières de la région a roulée vers la mer. Dans ces calculs il faut embrasser des périodes aussi longues que possible, de manière à éliminer les influences des étés sur les hivers et des années sèches sur les années humides. Une cause d'erreur quelque peu notable est l'eau des couches *artésiennes*. Elles vont d'ordinaire à l'Océan et sont comptées dans les calculs comme eaux évaporées.

Mais l'erreur provenant de cette perte n'est pas grande. En la négligeant on trouve qu'en France les fleuves et rivières n'amènent à la mer que 57 % de l'eau tombée; donc l'évaporation enlève les 43 centièmes de l'eau pluviale.

Mais il n'y a pas de proportion absolue. Ce chiffre est très variable et repose sur divers facteurs. Les terres évaporent moins qu'elles ne reçoivent puisqu'elles donnent naissance aux fleuves et rivières, tandis que les mers évaporent plus qu'elles ne reçoivent..... La mesure de l'évaporation a déjà donné lieu à bien des mécomptes et des résultats inexacts.... Il est aisé de constater des défauts absolus de principes dans l'étude des variations d'une surface d'eau, dans l'évaporimètre....

« Pour arriver à une mesure plus précise de ces relations, nous n'avons, dit l'auteur, qu'à répéter sur une petite surface ces mesures de quantité de pluie tombée et d'eau drainée superficiellement ou dans la couche souterraine, qui nous ont servi à nous faire une idée de l'évaporation totale en France. Ces mesures ont été faites par M. *E. Risler* à Callères, sur le sol de sa propriété, dans une terre dont il connaissait bien la constitution, reposant sur une couche imperméable et bien drainée. La moyenne de l'évaporation en 3 années, pendant lesquelles la terre a porté des cultures diverses, a été de 75 % de l'eau tombée. Sur d'autres cultures, à Callères, le chiffre d'évaporation a été de 84 % de l'eau tombée en 1879. On peut admettre le chiffre de *80* % comme assez voisin de la *réalité* (1).

» Il se rapporte, remarquons-le, à des terres mises *en culture* et dans lesquelles à l'évaporation du sol nu, diminuée par la couverture végétale, vient s'ajouter mais de façon à combler et au delà la perte, la *transpiration du végétal*, qui dépend à la fois de sa surface foliacée et de la lumière qui tombe sur lui et du degré d'humidité de l'air qui le baigne. L'évaporation en sol nu, ne monte pas à un chiffre aussi élevé. M. *Marié-Davy*, qui a essayé de la mesurer en constatant

(1) C'est précisément le chiffre maximum fourni par M. *Worré* dans son étude.

chaque jour la perte de poids d'un wagonnet rempli de terre maintenue stérile, l'a fixée à environ la moitié de la hauteur de pluie reçue ; mais ce sol artificiel n'était pas dans les conditions du sol naturel ; il n'était jamais à la même température, et surtout il ne recevait pas des profondeurs, *par capillarité*, ses provisions d'humidité que le sous-sol fournit constamment aux couches superficielles et à l'aide desquelles la région pénétrée par la chaleur du soleil organise sa résistance aux longues sécheresses.

Il y aurait des détails intéressants à donner sur le mécanisme qui préside à cette restitution et par suite à l'*évaporation* de la nappe souterraine, qui semble cependant si bien protégée contre elle. Il n'y a pas seulement, comme on le croit d'ordinaire, ascension capillaire de l'eau, comme dans une couche de sable fin contenu dans un tube qu'on plonge dans l'eau par le bas. Pour que cette ascension se produise, il faut qu'il y ait quelque part une surface libre et, par suite, que le pied de la colonne soit largement baigné ; ce qui n'est pas toujours le cas. De plus, l'ascension capillaire dépend uniquement de la grandeur des lacunes capillaires qui sont au sommet de la colonne et il suffirait que celle-ci, en s'élevant, rencontrât seulement un millimètre d'épaisseur de terrain à éléments grossiers, pour que son ascension fût arrêtée. L'irrégularité dans la constitution des couches terrestres est telle qu'on peut croire que cela arrive souvent et conclure que la communication capillaire liquide entre la nappe des puits et la couche superficielle n'existe quasi jamais. Ce n'est donc pas *par ascension directe* que se fait le transport à la surface des eaux profondes.

Mais les *effets capillaires* s'exercent aussi sur les *vapeurs*. Sir *W. Thomson* a montré que si l'on suspend dans un tube contenant un peu d'eau, fermé, soustrait à toute cause d'évaporation, et maintenu à la même température, un tube de verre capillaire fermé par le bas et s'ouvrant en haut dans la vapeur d'eau contenue dans le grand tube, ce tube capillaire condense cette vapeur et se remplit d'eau jusqu'à une hauteur *précisément égale* à la hauteur d'ascension capillaire de l'eau dans ce tube, s'il était ouvert par le bas dans le liquide. De même, *dans le sol*, les vapeurs des portions imprégnées d'eau vont, de proche en proche, se condenser dans les espaces capillaires des portions les plus sèches.

Il convient, fait observer M. Van den Broeck, de prêter une sérieuse attention à la curieuse et suggestive expérience de *W. Thomson*, rapportée par M. Duclaux. Cette obéissance, stricte et incontestablement démontrée, des *vapeurs de condensation aux lois de la capillarité* nous

ramène aux considérations finales de l'étude de M. *Worré* et montre qu'il y a là une cause générale et importante, sous cette forme inattendue de la condensation et du cheminement capillaire souterrain de la vapeur d'eau atmosphérique, d'alimentation des eaux souterraines, complètement indépendante de l'action des infiltrations pluviales.

Le sujet réclame encore bien des études et des expériences. M. *Worré* a eu raison d'attirer l'attention de ses lecteurs sur ces voies intéressantes et son travail, nonobstant certaines petites imperfections de détail et de méthode d'expérimentation, justement critiquées par M. Rutot, constituera pour beaucoup de nos collègues un précieux enseignement dévoilant combien il reste encore à apprendre sur la question qui paraissait si simple, sur la notion qui semblait si nettement acquise, du MODE D'ALIMENTATION DES NAPPES AQUIFÈRES.

La discussion sera rouverte ultérieurement sur cet intéressant sujet.

M. *E. Van den Broeck* fait la communication suivante :

Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire de la Moyenne et de la Basse Belgique à l'aide des matériaux fournis par les puits artésiens,

par ERNEST VAN DEN BROECK.

M. *Van den Broeck* expose que les péripéties du creusement du puits artésien de la ville de Gand ont attiré son attention et l'ont engagé à développer devant la Société un projet d'étude du sous-sol primaire de nos plaines basses devant, d'après lui, amener de multiples avantages scientifiques et utilitaires.

Voici ce qui s'est passé à Gand : La ville avait voté un crédit de 30,000 francs en vue d'obtenir, par le creusement d'un puits artésien, un supplément d'eau potable devant enrichir sa distribution qui, comme qualité et quantité, ne répond pas aux nécessités locales.

D'après l'avis de plusieurs géologues, paraît-il, et en application des idées émises par M. le Prof. *Lambert* au sujet des ressources aquifères de la craie, on avait espéré trouver dans la craie servant de substratum au terrain tertiaire de la plaine flamande une forte quantité d'eau. Le diamètre du puits : $0.^{m}40$ au sommet, paraissait suffisant pour assurer le débit considérable attendu. Mais la craie, restée compacte et non fissurée — comme c'est d'ailleurs le cas à Ostende, à Menin, à Roulers et Courtrai, n'a pas répondu aux espérances des promoteurs et parrains de l'entreprise.

Même la couche de cailloux de sa base, en contact avec le sous-sol

primaire, n'a pas amélioré la situation, car les dits cailloux se sont trouvés empâtés dans un dépôt de craie marneuse empêchant la circulation d'une nappe souterraine à ce niveau. On s'est alors adressé à des spécialistes afin de savoir si un approfondissement dans le terrain primaire sous-jacent était conseillable. Notre collègue M. A. Renard, professeur à l'Université de Gand, en présence des résultats aléatoires si souvent constatés lorsqu'on tente de trouver des venues d'eau au sein des roches primaires profondes, déclara ne pouvoir se prononcer d'une manière catégorique.

L'Administration communale s'adressa ensuite à M. le baron van Ertborn, spécialiste distingué en matière de forages profonds et qui a creusé le puits Van der Smissen, à Alost. Dans cette localité, un puits tubé, de moins de moitié du diamètre de celui de Gand, a traversé 40 mètres de roches primaires parcourues de fissures aquifères et a fourni 240 litres à la minute au sol et 450 à 500 litres par pompage abaissant le niveau de l'eau à $4^{m}.50$ sous le sol. Se basant sur cette donnée, considérée comme encourageante (1), l'Administration communale de Gand décida de descendre au sein du terrain primaire et, vers la fin du mois de mai, les journaux locaux ayant suivi et exposé les travaux signalaient que cet approfondissement avait déjà causé une assez inutile majoration de dépense de 27,500 francs.

Une succession de phyllades, verts bleuâtres et rouges, appartenant à l'assise devillienne du Cambrien, a été rencontrée et, comme on pouvait s'y attendre, la nature schisteuse de la roche n'a guère été favorable à un résultat rémunérateur. A 217 mètres cependant, il a été rencontré une crevasse assez considérable, constituant une sorte de chambre d'environ $1^{m}.40$ et dont il a été retiré des cristaux de quartz nombreux. De la pyrite a également été rencontrée à ce niveau. Depuis la découverte de cette fissure, un certain afflux d'eau a été constaté. Toutefois, le débit de 300 mètres cubes par jour, obtenu vers la fin mai lorsque le puits était arrivé à la profondeur de 234 mètres, n'est nullement en rapport avec les espérances primitivement formulées, ni avec les dépenses effectuées.

Il importait d'obtenir, coûte que coûte, une quantité d'eau plus

(1) Il eût cependant été bon de faire observer qu'à Alost c'est l'heureuse rencontre d'environ 9 mètres d'une sorte d'arkose fissurée, englobée au sein du schiste silurien ou cambrien (percé en tout sur 40 mètres d'épaisseur, y compris le banc d'arkose), qui a fourni les venues d'eau. La rencontre à Gand de ces mêmes bancs d'arkose ne pouvait raisonnablement être espérée et les chances de réussite ne se bornaient nullement à une simple question d'égalité d'approfondissement au sein du massif primaire.

sérieuse, car outre la question d'apport numérique en mètres cubes, l'adjonction des eaux profondes, qui sont nettement alcalines, à l'eau superficielle de la distribution gantoise, aurait eu l'avantage d'abaisser considérablement le degré hydrotimétrique, affreusement élevé, des eaux de la distribution. En effet, alors que la dureté des eaux artésiennes obtenues était seulement de 4°, celle des eaux d'alimentation est de 45° ! Le mélange des deux eaux devait encore avoir pour résultat la précipitation d'une grande partie du fer contenu dans les eaux alimentaires et une réaction favorable pouvait éventuellement s'en suivre sur la teneur des matières organiques.

Déjà avec les 300 mètres cubes actuellement obtenus du puits artésien, M. *Nelissen*, Directeur du laboratoire communal de Gand, prétend pouvoir, à l'aide de bassins de décantation convenablement disposés, purifier 1000 à 1200 mètres cubes d'eau de la distribution actuelle et fournir 1500 mètres cubes d'eau de très bonne qualité.

Au commencement de juin dernier, la question posée était celle-ci : Ne conviendrait-il pas, en vue de l'éventualité d'un résultat analogue à celui constaté à Alost, par un approfondissement sérieux dans le primaire, de risquer encore une somme supplémentaire de 3000 à 5000 francs, permettant de percer encore une trentaine de mètres supplémentaires dans le terrain primaire?

M. *Van den Broeck* ignore la réponse qui a été donnée à la dite question, mais il fait remarquer qu'une situation analogue se présente bien souvent dans le creusement des puits artésiens de nos régions de plaines et de formations crétacées et tertiaires horizontales. Fréquemment, en effet, les dépôts meubles où l'on avait espéré trouver des ressources aquifères ne répondent pas aux espérances émises (1).

Lorsqu'on arrive au substratum primaire, le coût et les difficultés du forage augmentent. L'insuccès, bien connu, de certaines tentatives, décourage les uns; les venues inespérées qui, en d'autres cas, plus

(1) Deux *Notes* successives *sur le forage d'un puits artésien pour la distribution d'eau de Gand* ont été publiés par M. G. Coune, Ingénieur de la ville, dans les *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand* (Voir t. XX, 1896-97, 1re et 4e livr., pp. 65-71 et 232-236.

Il résulte de ces notices qu'un subside de 5000 francs a été accordé pour la continuation des travaux d'approfondissement qui, de 250 mètres ont été portés, toujours dans les phyllades devilliens, jusqu'à 276m.50. Ces 37 mètres d'approfondissement n'ont produit aucun résultat utile, au point de vue du débit du puits.

Quant au débit, mesuré par des essais de pompage à air comprimé, il a augmenté avec la longueur des tubes ascensionnels et avec le nombre des compresseurs.

Le chiffre maximum de débit a été de 936m³ par jour.

(*Note ajoutée pendant l'impression.*)

rares d'ailleurs, ont fait jaillir d'abondantes « sources » de certaines fissures heureusement rencontrées dans le sous-sol primaire, font croire à d'autres qu'il suffit de percer avec confiance et persévérance le sol rocheux, quel qu'il soit, pour obtenir des venues d'eau, compensant les forts débours d'un approfondissement important en sol rocheux. Bref, le *hasard* et la *fantaisie* règnent en maîtres, aussi bien dans les *avis donnés*, que dans les *résultats acquis*, et ce manque de méthode et de guide est des plus hautement regrettable.

Lorsqu'on examine les données lithologiques fournies par la roche primaire de nos puits artésiens ayant atteint et entamé ce substratum rocheux de nos dépôts meubles, secondaires et tertiaires, on constate un premier fait, d'accord d'ailleurs avec une saine appréciation des choses. C'est surtout dans les niveaux de *grès*, *d'arkoses*, de *quartzites* et de *quartzophyllades*, mais particulièrement dans les trois premières catégories de roches, que les venues d'eau, les « sources » comme on les appelle, se présentent le plus fréquemment. La raison en est que c'est dans cette nature de roches que les fentes, failles et diaclases se présentent en plus grand nombre et avec le plus d'ampleur et de continuité. Dans ces terrains, les fentes n'ont pas non plus la tendance à se boucher, à se refermer, comme c'est le cas pour les *schistes*, *phyllades* et autres roches analogues. La circulation des eaux souterraines y est donc mieux établie, plus générale et les chances de rencontrer l'une ou l'autre fissure aquifère, en communication avec un lacis de fentes analogues constituant un réservoir d'eau, y sont assez grandes.

Dans les terrains schisteux, dans les phyllades, bien que les fentes puissent s'y rencontrer aussi et fournir de l'eau, témoin les puits d'un certain nombre d'usines sucrières de la Hesbaye, le cas est moins fréquent et les chances deviennent moins grandes. Toutefois ces chances augmentent pour les niveaux stratigraphiques où se présentent des alternances de *bancs durs gréseux ou de quartzites*, épars ou en récurrences au sein des phyllades ou des schistes. Ces bancs sont souvent parcourus de fentes et l'une ou l'autre de leurs surfaces jalonne parfois des sources aquifères. La connaissance préalable du *niveau stratigraphique* du sous-sol primaire serait donc un élément précieux d'appréciation ; malheureusement elle fait presque toujours défaut ! Dans d'autres cas, les chances d'obtention d'eau sont au contraire réduites à un minimum absolu, lorsque se présentent certaines manières d'être du schiste ou des phyllades. En effet la *décomposition* de ces roches donne assez souvent lieu à la formation d'une couche d'*argile* parfois *très plastique*, qui recouvre comme d'un *manteau imperméable* de vastes étendues souterraines de surfaces primaires et empêche

toute infiltration des eaux descendantes au sein de la roche intacte sous-jacente.

Ceci amène M. Van den Broeck à dire quelques mots des deux puits naguère creusés aux gares du Midi et du Nord, à Bruxelles, lesquels n'ont rien donné de favorable ni l'un ni l'autre. S'il y avait lieu de poursuivre le creusement de l'un d'eux avec l'espoir qu'un approfondissement ferait se produire quelque venue d'eau, le choix serait bientôt fait. Au puits de la gare du Midi, établi à la cote 20, et où manque le terrain crétacé, on a rencontré le schiste silurien à la cote — 50^{m}.50. Ce schiste, percé sur une épaisseur de plus de 25 mètres, était, à sa surface, très altéré, « décomposé » et partiellement transformé en une argile plus ou moins imperméable, schisteuse et micacée, épaisse de 5 mètres. Le puits a été abandonné, le débit étant pour ainsi dire *nul*. Non loin de là, à la grande distillerie belge de la rue de Russie (cote 21.50), le Silurien, ou plus probablement le Cambrien, a été rencontré à 60 mètres seulement de profondeur (cote — 49^{m} environ). La roche est représentée par des schistes avec bancs de *quartzites* et le puits, actionné par une pompe, débite 3300 litres à l'heure.

A la place des Nations, devant la gare du Nord, un puits commencé en 1846 et s'alimentant d'abord au Landenien, à la profondeur de 57 mètres, a été approfondi ultérieurement jusqu'à environ 107 mètres. On y a percé 30^{m}.50 de phyllades cambriens, tendres et multicolores, ne contenant pas d'eau, mais au fond il a été rencontré *une roche dure*, un banc de quartzite sans doute, ayant fourni un niveau aquifère, jaillissant au début.

Le puits n'est plus utilisé, mais la démonstration a été faite. Après plus de 30 mètres de schistes compacts, non fissurés ni aquifères, dès qu'un banc dur, et évidemment crevassé, a été rencontré, l'eau est venue et il paraît fort probable que le puits serait facilement productif à nouveau si l'on descendait quelque peu *au sein* du banc dur qui naguère a arrêté les travaux et qui nécessite un outillage et des dépenses devant lesquels on a sans doute reculé lors du travail d'approfondissement dans le Primaire.

La présence des bancs durs, surtout non gréseux, comme par exemple ceux formés par le quartzophyllade n'est pas toujours une garantie de venue d'eau. C'est le degré de *fissuration* des roches plutôt que leur dureté qui est en relation avec les venues d'eau et ce degré de fissuration est lui même sous l'influence des *phénomènes de plissement*, de *contournement* et de *faillage* des dépôts rocheux souterrains. A l'Usine à gaz de Bruxelles, un puits artésien, tout récemment creusé, a rencontré, sous 17 mètres de craie peu aquifère, 19 mètres de phyllades et de quartzo-

phyllades, avec intercalation vers le haut, de roches dures de quarzite et de quartz pyriteux et cependant le débit *de la source primaire* n'est guère considérable car, par écoulement naturel, cette source ne donne guère par 24 heures qu'une vingtaine de mètres cubes. Le Landenien fournissait 30m³ et après la traversée de la craie, on obtenait 54m³. Pour élever le débit à 5 ou 600 m³, le niveau d'eau a dû être abaissé par pompage à environ une vingtaine de mètres sous un niveau hydrostatique qui s'élevait à 1m.66 au-dessus du sol. Le bicarbonate de soude s'est montré assez abondant dans cette eau.

Les forages profonds de Bruxelles ont montré l'action d'un autre élément dont il convient également de tenir compte dans les prévisions de rendement des puits. Très généralement la surface souterraine des terrains primaires, au contact des couches secondaires ou tertiaires recouvrantes, se présente avec un caractère d'arasement régulier, atteignant parfois une grande régularité d'allures. C'est alors une sorte de table, de *surface plane* indépendante de la diversité et des irrégularités d'allures des strates rocheuses sous-jacentes. Parfois aussi la surface du terrain primaire est *vallonnée* ou *sillonnée* d'ondulations correspondant souvent à des plis synclinaux et anticlinaux. Dans certaines régions où se présentent des alternances de roches *solubles* sous l'action des eaux d'infiltration (comme les calcaires), et de roches insolubles (comme les schistes ou phtanites), il se forme de véritables *vallées souterraines*, régionales ou localisées, amorçant des sillons superficiels correspondants, créés par des actions spéciales dont il a été question ailleurs (1). Enfin il existe parfois en plein massif relativement homogène dans ses propriétés dissolvantes, des crêtes en relief très accentuées, ayant une grande importance dans les questions d'études préalables d'emplacement et de débit des puits artésiens cherchant à s'alimenter dans les terrains meubles et localement aquifères qui recouvrent à la fois ces crêtes souterraines et les vallées qu'elles bordent, ou bien qui sont localisés dans celles-ci seulement (2).

Au sein des dépôts anciens : cambriens et siluriens on peut encore rencontrer des zones intrusives ou interstratifiées de roches cristallines : arkoses, tufs volcaniques sous-marins, etc. Ce cas s'est présenté dans certains sondages de la Flandre.

(1) *De l'extension des sédiments tongriens sur les plateaux du Condroz et de l'Ardenne et du rôle géologique des vallées d'effondrement dans les régions à zones calcaires de la Haute Belgique*, par E. Van den Broeck et A. Rutot (Bull. Soc. belge de géol., t. II, 1888. Pr.-verb., pp. 9-25).

(2) *Le puits artésien du nouvel Hôtel des Postes de Bruxelles*, par A. Rutot et E. Van den Broeck (Bull. Soc. belge de géologie, t. III, 1880. Pr.-Verb. pp. 99-105).

Des eaux souterraines abondantes se présentent parfois en concordance avec de pareils facies locaux ou régionaux, dont il importerait de connaître l'étendue, la direction et l'allure par un ensemble de renseignements que pourrait fournir un réseau bien étudié de puits plus ou moins voisins. Bref, de très nombreux cas pourraient être énumérés, dit M. *Van den Broeck*, montrant l'importance pratique que pourrait acquérir, tant au point de vue de nos connaissances géologiques, que de leurs applications hydrologiques, la notion aussi précise que possible — et approfondie au point de vue de la détermination exacte des significations stratigraphiques et lithologiques, — des *roches du sous-sol primaire* de la moyenne et de la basse Belgique, retirées par les travaux de forage de nos puits profonds, dits artésiens.

De cette connaissance sortiront sans nul doute des enseignements précieux, des déterminations précises et de tels repères, mis aux mains des spécialistes, leur permettront de dresser au moins une esquisse et peut-être ultérieurement une carte des allures et de la répartition des différentes zones stratigraphiques, lithologiques — et par conséquent à propriétés hydrologiques spéciales — de nos terrains primaires, profondément cachés, de la moyenne et de la basse Belgique. Dans les parties méridionale et orientale de la moyenne Belgique, les *vallées* permettent d'observer un certain nombre d'*affleurements*, où peuvent s'étudier, dans une certaine mesure, les allures générales et les grands plissements de couches. En utilisant ces diverses données, réunies en une vaste synthèse, on se trouvera bientôt en possession de documents du plus haut intérêt pratique.

Lorsqu'alors le géologue aura à se prononcer sur le point de savoir s'il y a quelque chance sérieuse de rencontrer de l'eau en approfondissant un puits ayant atteint la roche primaire: cambrienne, silurienne ou devonienne, voire même cristalline ou éruptive, il aura à sa disposition des *éléments d'appréciation* qui, il faut bien le dire, lui manquent d'une manière absolue actuellement.

L'un des premiers articles d'un pareil programme d'étude consisterait à obtenir par voie artificielle de concassage et de broyage, une série de roches primaires bien déterminées, prises dans les points d'affleurement classiques et recueillies à l'état intact, ainsi qu'à l'état altéré, voire même décomposées. De tels échantillons, concassés et broyés à divers degrés par voie mécanique, devront servir de repères pour la détermination des fragments : cailloutis, résidus et boues retirés des forages profonds de nos plaines.

Toutefois il convient de ne pas s'illusionner sur la valeur des généralisations qui ne seraient pas basées sur de multiples données.

Ainsi, si l'on voulait étendre largement à droite et à gauche d'une série linéaire de sondages ou bien d'une vallée d'affleurement en roches primaires, les données fournies par les allures générales, les plissements des couches, avec leurs synclinaux et anticlinaux parfois localisés, et cela sans faire appel à des observations complémentaires, on s'exposerait souvent à des mécomptes dans l'établissement des synthèses. Celles-ci réclament *un réseau* de multiples faits, qu'il faudra certainement du temps et des circonstances favorables pour réunir en nombre suffisant. Il convient donc de se mettre sans tarder à l'œuvre et de ne négliger *aucune occasion* d'accumuler ces précieux matériaux d'étude.

C'est en suite de l'exposé de ces vues, que M. *Van den Broeck* avait fait à notre collègue M. le Commandant *Cuvelier*, que ce dernier, vivement intéressé par les utiles résultats que l'on est en droit d'attendre de l'exécution d'un tel projet, a eu l'amabilité de faire préparer l'intéressante série préliminaire des roches concassées et triturées, soumise à l'assemblée de ce jour et dont parle la correspondance, lue tantôt, de M. Cuvelier.

L'assemblée, par l'organe de divers membres présents, fait bon accueil au projet d'études préconisé par M. *Van den Broeck* et décide que la question sera remise à l'ordre du jour dès que la série des éléments de comparaison aura pu être complétée et sera en état de servir de repère.

5° M *V. Dormal* présente, au nom de MM. *D. Muyse* et *Gérard*, ainsi qu'au sien, le *compte rendu*, détaillé et avec figures, *d'une excursion faite par la Société géologique du Luxembourg, dans les bassins miniers d'Esch et de Pétange.*

L'assemblée, par suite de la présence de collaborateurs étrangers à la Société, dans ce travail, décide qu'il sera soumis à l'examen de trois rapporteurs, qui sont MM. *Blanchart*, *Rutot* et *Stainier*.

V. Dormal. **Les Ammonites du Jurassique belge. — Liste préliminaire.**

Sous ce titre, M. *V. Dormal* présente une liste, qu'il a rendue aussi complète que possible, des Ammonites, au nombre de 85, recueillies ou confrontées par lui des étages hettangien, sinémurien, charmoutien et toarcien du Jurassique inférieur belge et de l'étage bajocien du Jurassique moyen.

Il énumère également, mais en dehors de cette liste, vingt-quatre formes d'Ammonites signalées en 1868, par M. *Dewalque*, dans les listes de son *Prodrome*, mais dont l'existence, restée douteuse, réclame une confrontation qui a fait défaut jusqu'ici.

L'assemblée vote l'impression de cette note dans les *Mémoires*.

La perte récente de plusieurs de nos membres honoraires et associés étrangers, des plus distingués, amène MM. *Dollo* et *Jottrand* à faire les communications suivantes :

GUSTAVE JOTTRAND. **Joseph Prestwich (1815-1896).**

M. G. Jottrand fait, au sujet de la vie et des travaux de M. le professeur *J. Prestwich*, une communication orale, qui sera complétée et rédigée ultérieurement.

L. DOLLO. **H.-E. Beyrich (1815-1896).**

L'auteur signale la perte considérable que la science vient de faire en la personne de M. *Beyrich*, professeur à l'Université de Berlin.

Il rappelle brièvement la longue et brillante carrière de ce célèbre géologue, et insiste, notamment, sur ce qu'il fut le créateur de l'Oligocène.

L. DOLLO. **J.-G. Bornemann (1831-1896).**

L'auteur appelle également l'attention sur la mort de M. Bornemann d'Eisenach, géologue distingué, qui se fit remarquer par ses travaux sur les Foraminifères et sur la faune des terrains primaires et secondaires.

L'ordre du jour de la séance se termine par le choix de la date et l'établissement du programme définitif de la *Session extraordinaire annuelle* de la Société dans le Limbourg belge et hollandais, Aix-la-Chapelle, Bonn et aux Siebengebirge.

Il est décidé que l'excursion aura lieu du 23 au 29 août, et sera successivement dirigée par MM. *Rutot* et *Van den Broeck*, *Erens*, *Holzapfel* et *Stürtz*.

La première journée, du dimanche 23 août, sera consacrée à l'étude des dépôts oligocènes du Limbourg, et le lendemain permettra d'effectuer l'exploration de la vallée du Geer. Le mardi 25 sera utilisé pour la visite du gîte d'Elsloo, des carrières de Fauquemont, etc.

L'étude des terrains crétacés d'Aix-la-Chapelle prendra la quatrième journée du 26 août et une partie de la journée suivante, dont l'après-midi permettra d'aller visiter la célèbre mine de lignite, de Roddergrube, près Brühl.

Le vendredi, 28, sera consacré à l'étude des roches éruptives (trachytes et basaltes) et à celle du Diluvium du Rhin, et enfin la septième et dernière journée, du samedi 29 août, permettra d'aborder, dans des conditions exceptionnellement favorables et agréables, le superbe et intéressant massif volcanique des Siebengebirge, et ses remarquables carrières basaltiques.

L'exposé de ce beau programme, qui est adopté par l'assemblée, est suivi, sur la proposition du Président, de chaleureux remerciements, votés par acclamation, à notre collègue M. Stürtz, de Bonn, au zèle et à l'obligeance duquel la Société est redevable des plus vives attractions de ce remarquable programme d'excursion.

La séance est levée à 11 heures.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Note préliminaire sur la constitution des phosphates de chaux suessoniens du Sud de la Tunisie, par M. Cayeux.

Je dois à l'obligeance de M. Parran, ingénieur en chef des mines et de M. Douvillé, professeur à l'École des mines, de pouvoir communiquer à l'Académie quelques données préliminaires sur les phosphates de la vallée de la Seldja, à l'ouest de Gafsa (Tunisie). On sait que ces phosphates, découverts par M. Ch. Thomas, sont d'âge suessonien.

Les échantillons qui ont été mis à ma disposition par MM. Parran et Douvillé rappellent à s'y méprendre les sables phosphatés cohérents de la Somme. A la loupe ils se décomposent en grains arrondis, ovoïdes, quelquefois anguleux, mesurant de un à plusieurs dixièmes de millimètres de diamètre. Quelques-uns dépassent un millimètre ; ils ne sont jamais calibrés.

Les sections minces pratiquées dans ces échantillons montrent que les éléments phosphatés sont uniformément colorés en jaune pur ou chargés d'un pigment brunâtre. Ils paraissent homogènes aux faibles grossissements. Un petit nombre — quelques individus par préparation — renferment en leur centre soit un *Foraminifère*, soit un *Radiolaire*.

En s'aidant de forts objectifs et d'une bonne lumière, on constate que l'aspect homogène des grains n'est qu'une apparence. En réalité, la plupart des éléments représentent un véritable nid de microorganismes. On y trouve pêle-mêle des carapaces complètes et fragmentaires de *Diatomées*. C'est par dizaines que l'on compte

les restes de *Bacillariacées* dans beaucoup de grains de phosphates. Certains éléments se résolvent même en un véritable feutrage de cuirasses de Diatomées. Le nombre de vestiges laissés par ces Algues dans la petite masse de matière phosphatée dont est faite une seule préparation est incalculable. Diatomées et Radiolaires ont conservé intacts les détails les plus minutieux de la structure de leur squelette. J'ai reconnu des genres connus : Triceratium, Coccinodiscus, etc., qui vivent à la fois dans les eaux maritimes et saumâtres.

Avant d'inférer que cette composition organique si particulière s'étend à tout le gisement, il serait nécessaire d'examiner un plus grand nombre d'échantillons. De cette étude préliminaire et très incomplète, on peut déjà conclure :

1° Qu'il existe, dans la vallée de la Seldja, un phosphate de chaux issu, non pas d'une *boue à Foraminifères*, comme le phosphate sénonien du bassin de Paris et de Belgique, mais d'une *boue à Diatomées*. C'est un *tripoli phosphaté*.

2° Tandis que chaque grain des phosphates de la Somme et de la Belgique correspond généralement à un seul Foraminifère qui a servi de centre d'attraction à la matière phosphatée, chaque élément des échantillons considérés est le produit, non du *remplissage* d'un organisme, mais de l'*épigénie* d'une petite portion de boue de Diatomées, organisme et ciment compris.

Le Suessonien phosphaté de la vallée de la Seldja se signale tout spécialement à l'attention des diatomistes qui y trouveront d'inépuisables sujets d'études, d'autant plus intéressants que les célèbres dépôts de Diatomées fossiles (tripolis d'Oran, de Richmond, de Bilin, etc..) sont d'âge plus récent.

Je n'ai pas encore pu établir si l'accumulation des grains de phosphate est le résultat d'un transport ou le produit d'une formation sur place. Il importe cependant de noter que les éléments phosphatés se déforment, en s'appliquant les uns contre les autres, toutes les fois qu'ils sont assez nombreux pour se trouver en contact. Cette particularité est difficilement explicable si l'on n'admet pas qu'*une partie au moins* du développement de ces grains s'est effectuée *in situ*.

Dans l'état actuel de nos connaissances, la composition du dépôt phosphaté ne fournit aucune indication sur les conditions de profondeur qui ont présidé à sa genèse Dans la plupart des préparations étudiées les agents mécaniques n'ont laissé pour toute trace de leur activité que la fragmentation des cuirasses de Diatomées. Un échantillon renferme de nombreux grains de quartz calibrés, mesurant $0^{mm},12$ en moyenne, alors que les éléments phosphatés qui les accompagnent sont d'un diamètre très variable et notablement supérieur à ce chiffre.

Parmi les fossiles remis à M. Douvillé par M. Parran se trouvent de grosses Huîtres du groupe de l'*Ostrea edulis*. On sait que cette forme fait partie de la zone des Laminaires, dont la profondeur maxima est de 27 m. ou 28 m. Je souligne en passant l'association vraiment singulière de ces fossiles avec les Diatomées et les Radiolaires.

J'ai étendu cette étude à quelques échantillons de phosphate suessonien de la province de Constantine. L'un d'eux est originaire de Bordj-Redir et m'a été remis par M. Blayac : deux autres sont de Kissa et de Dyr (région de Tébessa), ils ont été déposés par M. Zeiller à la collection de Géologie de l'École des Mines. L'examen très rapide que j'en ai fait m'a permis d'y reconnaître quelques vestiges de Diatomées. Il semble bien probable qu'il existe dans la région de Tébessa des phosphates qui procèdent de la même origine que ceux que je viens de décrire.

(C.R. *Acad. des Sc.*, *Paris*, 27 juillet 1899.)

Des conditions dans lesquelles s'est fait le dépôt du phosphate de chaux de la Picardie, par M. Gosselet.

Malgré les nombreux travaux qui ont déjà été publiés sur l'origine du phosphate de chaux, beaucoup de géologues considèrent que le problème est loin d'être résolu. Aussi est-il important de déterminer les conditions dans lesquelles ont dû se faire les dépôts phosphatés.

Dès 1889, j'ai cherché à établir que la craie phosphatée s'est déposée dans des mers très peu profondes. Les exploitations de la Somme et de l'Aisne dans la craie à *Belemnites quadratus* apportent de nombreuses preuves à l'appui de cette assertion.

A Fresnoy et à Étaves, au nord de Saint-Quentin, la craie phosphatée repose sur de la craie blanche qui présente des perforations irrégulières, remplies de craie phosphatée. Ces perforations, très étendues et se croisant dans tous les sens dans le haut de la couche, se prolongent jusque près d'un mètre de profondeur, en diminuant à mesure qu'elles s'éloignent de la surface.

A Hem-Monacu, près de Péronne, la partie supérieure de la craie blanche est formée dans quelques points par un banc de coraux tubulaires et flexueux *(Cyclosmilia centralis)*, qui s'entrecroisent dans tous les sens. La surface a été profondément ravinée et perforée avant le dépôt de la craie phosphatée. Le ravinement a été tel qu'on peut enlever des morceaux de craie à polypiers présentant deux surfaces perpendiculaires l'une à l'autre, durcies et couvertes d'Huîtres et de Serpules. Ce soubassement de craie phosphatée présente bien le caractère d'un rivage, ou au moins d'une surface située à faible profondeur.

La couche inférieure de la craie phosphatée est un conglomérat formé de nodules irréguliers, dont le diamètre varie de 1^{cm} à 10^{cm}. Ils sont, en général, couverts d'Huîtres, de Serpules et de Spondyles, comme le sont les cailloux faiblement roulés du rivage. Ils sont souvent perforés et l'intérieur des cavités est rempli par de la craie phosphatée. Avec eux on trouve d'abondants fragments d'Inocérames silicifiés, provenant de la craie sous-jacente.

Les nodules, comme les Inocérames, sont couverts d'un vernis brunâtre de phosphate de chaux qui est évidemment un dépôt secondaire produit par les eaux qui tenaient en dissolution une certaine quantité de phosphate de chaux. Généralement les coquilles fixées sur les nodules sont couvertes du même vernis. Mais il y a des exceptions ; on en voit qui sont fixées sur le vernis. Celui-ci se produisait donc pendant que le nodule était en liberté, ballotté par les flots.

Le vernis recouvre la surface de la craie blanche et pénètre quelquefois dans les perforations, mais il n'y est que peu développé.

Les nodules sont évidemment antérieurs à la couche de craie phosphatée qui les recouvre. Il se pourrait qu'ils provinssent des couches supérieures de la craie blanche, où ils auraient existé à l'état de nodules contemporains. Cette couche primitive ayant été complètement ou presque complètement détruite, les nodules auraient été isolés, et en s'amassant au fond de la mer, auraient constitué le conglomérat.

C'est ce qui a eu lieu à Lille pour les nodules phosphatés de la craie à *Micraster cor testudinarium*. Ils ont donc fait partie de la couche de craie sableuse glauconifère désignée sous le nom de *tun*. Quelques-uns ont été déchaussés, roulés, perforés, couverts d'Huîtres et de Serpules, et enduits d'un vernis brunâtre, comme les nodules de Picardie, puis ils ont été empâtés dans les premiers sédiments de la craie de Lezenne. Toutefois en Picardie on ne voit pas la couche primitive à nodules.

En outre plusieurs nodules sont plus tendres que les autres : ils paraissent être de

la craie partiellement transformée en phosphate de chaux. Serait-ce là l'origine de tous les nodules?

Quelle que soit la solution de cette question, il est démontré que le conglomérat et la craie phosphatée sont des formations littorales qui se sont produites à une faible profondeur. Cette observation s'accorde avec la thèse soutenue par M. Cayeux que la craie est un dépôt terrigène, et non un dépôt de mer profonde, comme le croient beaucoup de géologues.

J'ajouterai qu'à Hem-Monacu il existe trois couches successives de craie phosphatée séparées par de la craie blanche, ou au moins par de la craie moins phosphatée, quelquefois magnésienne. Il y a dans les couches supérieures quelques nodules isolés, mais le conglomérat n'existe qu'à la base de la couche inférieure.

(C. R. *Acad. des Sc. Paris*, 3 août 1896.)

ANNEXES

AU

PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 28 JUILLET 1896

A PROPOS

DU

RÉCENT TREMBLEMENT DE TERRE

DE LA BELGIQUE ET DU NORD DE LA FRANCE (1)

PAR

Jules Cornet.

Dans la soirée du 2 septembre dernier, des secousses non douteuses de tremblement de terre ont été ressenties dans le nord de la France et en Belgique, dans une région qui s'étend des environs d'Arras jusqu'au nord de Gand. D'après ce qu'en ont publié les journaux quotidiens, il semble que l'opinion généralement répandue est que ce phénomène serait dû à des affaissements provoqués par l'exploitation de la houille dans les bassins français et belges et cet avis paraît être partagé par quelques savants.

Or, nous sommes d'avis que le tremblement de terre du 2 septembre, de même que ceux qui l'ont précédé dans nos regions, sont des phénomènes beaucoup plus généraux, dont il faut chercher l'explication dans les éléments tectoniques de notre pays.

C'est ce que nous avons l'intention d'exposer brièvement ici, en faisant d'abord comprendre en quelques mots comment on doit concevoir un tremblement de terre.

Un tremblement de terre est un ébranlement né dans l'intérieur de l'écorce du globe et se progageant tout autour du centre d'origine à la façon d'un mouvement vibratoire.

Si le centre d'origine coïncidait avec le centre du globe, le mouvement vibratoire atteindrait en même temps tous les points de la surface

(1) Extrait du *Mouvement Géographique*, Nos 38 et 39 de l'année 1896.

supposée sphérique; s'il était situé à la surface même de l'écorce terrestre, le mouvement se propagerait, comme dans le cas d'explosion d'une poudrière, selon des cercles concentriques régulièrement espacés.

En réalité, le centre d'ébranlement est toujours situé en un point intermédiaire entre le centre et la surface et ordinairement très voisin

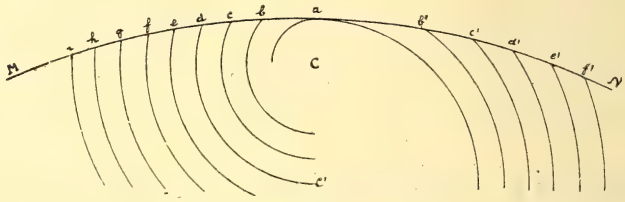


Fig. 1

de celle-ci. Supposons qu'il soit situé au point C (fig. 1), placé à une certaine distance sous la surface de l'écorce, dont MN représente un arc de grand cercle; il donnera naissance à des ondes dont le chemin parcouru en une seconde, c'est-à-dire la vitesse, peut être exprimé par la distance séparant les circonférences concentriques de la figure 1. Ces ondes toucheront la ligne MN en des points *a*, *b*, *c*, etc. Vue de dessus, la surface du globe présentera autour du point *a*, une série de cercles concentriques dont l'espacement ira en décroissant lentement. On conçoit aisément que plus le centre d'ébranlement sera profond, plus l'espacement des lignes concentriques et par conséquent la vitesse de propagation décroîtront rapidement. C'est ce que montre la partie droite de la figure 1.

Ces lignes concentriques, marquant les points atteints en même temps par la secousse, s'appellent *isoséistes*. Le point de la surface *a*, le plus rapproché du centre *c*, porte le nom *d'épicentre* ou *foyer apparent* du tremblement. De l'épicentre à la périphérie, l'intensité des vibrations décroît plus ou moins rapidement.

Les courbes isoséismiques se construisent en réunissant les points de la surface atteints au même instant par l'onde séismique. Elles permettent de fixer l'épicentre ou foyer apparent du tremblement et, de leur espacement, c'est-à-dire du mode de décroissance de la vitesse de propagation, on peut déduire la position du *foyer réel* de l'ébranlement. Ce procédé nécessite l'observation, en un grand nombre de points, de l'*heure exacte* de la première secousse, ce qui présente des difficultés très grandes.

On peut aussi construire des courbes isoséismiques et déterminer la

position de l'épicentre en estimant l'intensité des secousses dans la région ébranlée d'après la nature des effets mécaniques produits à la surface, ou par l'emploi d'instruments appropriés.

Sir Robert Malet fixait approximativement la position du centre d'ébranlement souterrain d'après l'examen de la direction et de l'inclinaison des fractures produites dans le sol et les édifices.

On arrive encore à la fixation du foyer apparent de l'ébranlement par la considération de la direction des secousses. Les lignes exprimant les différentes directions se coupent évidemment dans la région épicentrale.

Enfin, la considération de l'intensité relative de la composante verticale et de la composante horizontale des vibrations permet de tracer des courbes reliant les points où le rapport des deux composantes a même valeur; on peut ainsi arriver à déterminer la surface où la composante verticale existe seule. Cette surface répond à l'épicentre et c'est dans cette région que les effets destructeurs sont les plus grands.

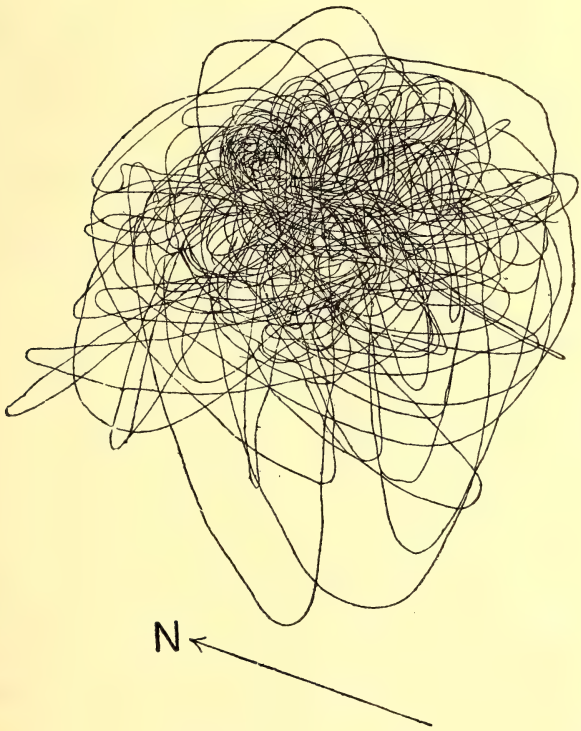


Fig. 2. — Courbe inscrite par un séismographe, à Manille.

L'intensité et la direction des secousses de l'écorce terrestre peuvent être appréciées par des appareils spéciaux appelés séismoscopes, séismomètres ou séismographes, dont les plus perfectionnés donnent l'heure exacte des secousses, leur durée, et enregistrent même ces différentes données sous forme de courbes. La figure 2 donne une courbe fournie à Manille en 1889 par un séismographe à pendule libre. Ces différents appareils ont surtout été perfectionnés dans les régions à séismes fréquents, en Italie, dans les Alpes, au Japon, etc. Nous ne pouvons songer à les décrire ici.

Dans la réalité, le centre interne des vibrations séismiques n'est pas un *point*. L'ébranlement initial se fait dans une *région* plus ou moins étendue et en général *allongée dans une direction*. Il en résulte que l'épicentre n'est pas non plus un point, comme dans la figure 1, mais une sorte d'ellipse et les isoséistes qui l'entourent ont aussi une forme elliptique. La non-homogénéité du sol et diverses circonstances géologiques transforment le plus souvent ces ellipses en lignes irrégulières à tracé souvent très tourmenté.

Le maximum des effets d'un tremblement de terre se présente dans la région de l'épicentre, où l'intensité est à son maximum et où la direction des vibrations est voisine de la verticale. On y voit souvent, comme à Ischia en 1883, les constructions voler en l'air comme projetées par l'explosion d'une mine de dynamite.

Cette région épicentrale est d'autant plus étendue que le centre d'ébranlement est plus profond.

L'allongement de l'épicentre est toujours en relation avec des accidents de l'écorce terrestre, des *plis* ou des *fractures*. L'ébranlement paraît se produire dans toute la longueur du pli ou de la faille, ou se limiter à une région et les séismes ont une grande tendance à se répéter sur les mêmes fractures ou les mêmes plis, le long desquels le centre d'ébranlement semble se promener.

C'est surtout dans les régions si disloquées des Alpes, que les relations des tremblements de terre avec les plis et les cassures du sol ont été nettement mises en évidence grâce aux travaux de Suess, Bittner, Hoefer, Hoernes, Toula, etc.

Des faits du même ordre ont été étudiés par von Lasaulx et Hoefer dans une région plus voisine de la nôtre, à propos des tremblements de terre de Herzogenrath, près d'Aix-la-Chapelle (1873 et 1877).

Il est à remarquer que les tremblements de terre en rapport avec les accidents du sol s'observent surtout dans les systèmes montagneux d'âge le plus récent, les Alpes, les Apennins, les Andes.

C'est pourquoi, en faisant abstraction des tremblements de terre

dits volcaniques, on tend aujourd'hui à admettre avec Suess, Heim, Dana, etc., que ces grands séismes constituent *l'un des phénomènes de la formation des montagnes.*

Les phénomènes de dislocation qui ont donné lieu à la formation des chaînes de montagnes, ont fourni la plus grande partie de leurs effets à certaines dates géologiques qui caractérisent l'âge de chacune. Mais, de même que la phase principale de leur surrection avait été précédée, et comme annoncée, par des mouvements plus ou moins accentués, pendant les époques précédentes, de même, les grands plissements de l'époque tertiaire n'ont pas clôturé l'ère des dislocations dans les Alpes, les Apennins, les Andes, etc. Ces régions ne sont pas, de nos jours, entrées en repos. Les tensions auxquelles est soumise l'écorce terrestre accentuent les plissements, font *jouer* les anciennes failles, peut-être même en reproduisent de nouvelles, et déterminent ainsi des ébranlements qui se traduisent par des phénomènes séismiques.

S'il est exact de dire que c'est dans les montagnes les plus récentes que ces séismes sont le plus fréquents, il n'en est pas moins vrai que les anciennes chaînes, aujourd'hui rabotées par la dénudation, peuvent aussi présenter des phénomènes analogues.

C'est aux plis et aux failles du terrain carbonifère que von Lasaulx a rapporté les tremblements de terre de Herzogenrath de 1873 et 1877.

*
* *

Les secousses séismiques que l'on ressent dans notre pays n'ont rien de comparable, quant à la fréquence et à l'intensité, avec celles qui désolent parfois certaines régions du bassin de la Méditerranée, du Japon, de l'Amérique, etc., et même avec celles qui se font sentir assez fréquemment dans plusieurs parties des Alpes. Aussi les tremblements de terre ont-ils été beaucoup moins étudiés chez nous que dans ces diverses contrées, où des observateurs nombreux, aidés d'intruments souvent très perfectionnés, en poursuivent l'étude d'une façon constante.

On ne possède sur la plupart de nos tremblements de terre que des renseignements incomplets et incertains recueillis après coup et souvent fort sujets à caution ; en général, l'heure exacte des secousses n'est même pas observée. On parvient quelquefois à déterminer plus ou moins exactement l'aire sur laquelle les secousses ont été ressenties sans l'aide d'instruments appropriés, parfois leur direction et leur durée ; mais, en général, on ne peut acquérir que des données vagues sur le mode de propagation de l'ébranlement, sur l'emplacement de l'épicentre et surtout sur la situation du centre interne d'où est partie la secousse.

Cependant, dans une région voisine de la nôtre, des études ayant un réel caractère scientifique ont été faites sur le sujet. Les deux tremblements de terre dits de Herzogenrath, de 1873 et 1877, ont été étudiés avec soin par un savant éminent que nous pouvons presque revendiquer comme un de nos compatriotes, feu le géologue von Lasaulx. Cette étude, dit le professeur Fouqué, peut passer pour un modèle du genre.

Von Lasaulx a déterminé exactement la situation de l'épicentre dans ces deux séismes. Pour le tremblement de 1873 (qui se fit vivement sentir dans la région de Liége et fut même perçu jusqu'à Bruxelles), il place le centre d'ébranlement à une profondeur de 28 kilomètres; pour celui de 1877, il donne à ce centre une profondeur de 27 1/2 kilomètres.

L'épicentre de 1877 est allongé selon la direction générale du bassin houiller, qui s'étend du pays de Herve à la Westphalie, c'est-à-dire dans le sens SO.-NE. environ; il est donc parallèle aux plis et aux failles longitudinales des terrains carbonifères et devoniens de cette région. Quant à l'épicentre de 1873, il s'allonge perpendiculairement à la direction générale des terrains primaires et en rapport avec une faille qui les coupe dans le sens NO.-SE.

Les séismes de 1873 et 1877, de même que ceux qui les ont précédés dans la même région (1869, etc.), paraissent donc dus à des secousses provoquées par des mouvements peu prononcés dans les failles et les plis des terrains primaires. Ce sont des tremblements de terre nettement tectoniques.

Le professeur Fuchs attribue les mouvements du sol observés à Herzogenrath, de même que ceux du bassin de la Ruhr, à des affaissements provoqués dans le terrain houiller par une altération chimique de la houille entraînant une diminution de volume, et M. A. Lancaster, le savant météorologiste-inspecteur de l'Observatoire royal, adopte cette théorie.

Nous ne savons si une diminution actuelle de l'épaisseur des couches de houille, due à une altération chimique ou à quelque autre cause, a été démontrée. Mais nous venons de voir que, d'après les recherches de von Lasaulx, les centres d'ébranlement des séismes de 1873 et 1877 se trouvent respectivement aux profondeurs de 28 kilomètres et 27 kilomètres et demi.

Or, tout ce que l'on connaît de la géologie de la région d'Aix-la-Chapelle et du bassin de la Ruhr montre qu'à cette profondeur, il n'y a plus ni houille ni terrain houiller; les ébranlements ont eu lieu dans des régions souterraines occupées par des formations plus

anciennes, probablement archéennes, dans lesquelles se prolongent vraisemblablement les fractures qui découpent les terrains primaires dans le voisinage de la surface.

Ces séismes n'ont donc pas leur siège dans le terrain houiller, qui occupe une position relativement superficielle ; leur origine est dans la partie profonde des failles de la région.

*
* *

Comme nous l'apprend M. A. Lancaster, la presque totalité des tremblements de terre observés en Belgique consistent en secousses venant de l'est. Nous pouvons en conclure qu'ils sont dus à des phénomènes qui se passent dans le voisinage de la partie allemande du bassin houiller franco-westphalien, comme ceux qui ont provoqué les séismes de Herzogenrath, en 1873 et 1877.

Le tremblement de terre du 2 septembre dernier nous est, au contraire, venu du sud. Il semble, d'après les renseignements coordonnés par M. A. Lancaster, avoir eu son épicentre dans la vallée de la Scarpe, dans la partie où sont situées les villes d'Arras et de Douai.

Nous pensons qu'il est dû à des mouvements dans les failles des terrains primaires de cette région.

*
* *

Le bassin houiller exploité en Westphalie et dans les environs d'Aix-la-Chapelle se prolonge en Belgique, en passant par le pays de Herve, Liége, Namur, Charleroi et le Borinage, et en France, en passant par Condé, Lens, et Auchy pour aller reparaître dans le Boulonnais.

Sur toute cette longueur, le terrain houiller et les formations qui l'avoisinent ont subi des bouleversements importants qui les ont fortement plissés et y ont fait naître un système de failles plus ou moins compliquées, qui s'étendent, parallèlement aux plis, depuis la Westphalie jusque dans le voisinage de la Manche.

La figure 3 représente les principales de ces failles dans les terrains anciens de l'ouest de Mons. La ligne CC indique la *grande faille du Midi* qui se poursuit sur toute la longueur du bassin houiller franco-belge ; BB répond au *Cran de retour* et AA à la *faille de Boussu*.

Outre ces failles essentielles, il existe une série de cassures secondaires orientées dans différents sens.

Les mouvements orogéniques qui ont ainsi bouleversé nos terrains primaires et donné lieu à ces failles se sont accomplis, du moins en grande partie, vers la fin de la période carbonifère.

Nous disons en grande partie, car il faut admettre que la charpente

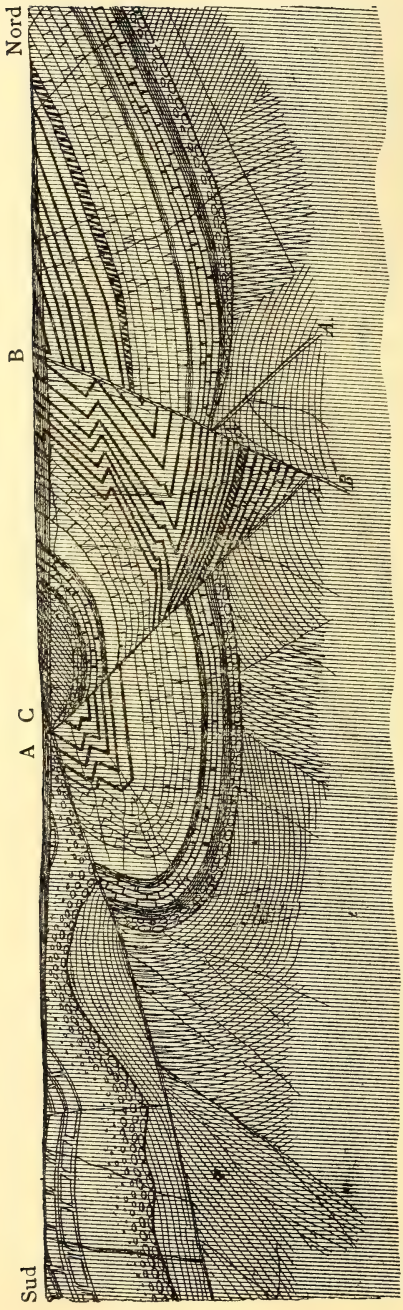


Fig. 3. — Coupe théorique Nord-Sud des terrains primaires passant à l'Ouest de Mons. (D'après F.-L. Cornet et A. Briart.)

primaire de notre pays n'est pas restée inactive durant les époques subséquentes.

Nous en avons la preuve, entre autres, dans le Hainaut, où nous voyons les couches crétacées présenter au sud et au nord de la Haine, vers le thalweg de la vallée, une pente qu'elles ne peuvent avoir acquise qu'après leur dépôt. Les terrains tertiaires même ne sont pas horizontaux dans cette région. On peut, près de Mons, constater que les couches paniseliennes forment un synclinal très net, dont l'axe correspond à peu près à celui du grand synclinal houiller.

Nous n'avons aucune raison pour supposer que de nos jours la croûte terrestre, dans le voisinage de nos bassins houillers, soit entrée complètement dans le repos. Nous croyons, au contraire, qu'aujourd'hui encore, par suite de la tendance générale au ridement, les plis de nos terrains primaires peuvent s'accentuer et que les failles peuvent *jouer*, dans de faibles limites il est vrai, comme jouent les joints d'un meuble qui craque.

C'est à un phénomène de ce genre que nous attribuons le tremblement de terre du 2 septembre dernier. La ville de Douai, où les secousses ont été si violentes, se trouve précisément au voisinage de la grande faille du Midi.

*
* *

Quant aux secousses qui, en 1887 et 1895, se sont fait sentir à Havré, près de Mons, elles sont probablement dues aussi à de faibles mouvements dans les cassures du sous-sol, mais le caractère très localisé de ces phénomènes nous porte à croire qu'ils ont eu leur siège, non pas dans les failles des terrains primaires, mais dans les fractures si nombreuses qui morcèlent les massifs de craie blanche de cette région.

Dans aucun cas, on ne peut faire intervenir les vides produits par l'exploitation de la houille comme causes de ces phénomènes. Le déhouillement donne lieu à des affaissements lents et graduels qui abaissent le niveau du sol et fissurent les constructions, mais jamais il ne produit de secousses brusques ni surtout d'ébranlements sensibles sur de grandes surfaces.

Le tremblement de terre du 2 septembre 1896 (1).

Le mercredi 2 septembre dernier, vers 9 heures du soir, une forte secousse de tremblement de terre a ébranlé le Pas-de-Calais et s'est propagée au nord et au nord-est sur une assez grande étendue de notre pays.

Le centre de la commotion paraît s'être trouvé dans la partie de la vallée de la Scarpe où sont situées les villes d'Arras et de Douai. Au sud, la secousse a été ressentie jusqu'à Bapaume; à l'est, jusqu'à Charleroi; à l'est-nord-est, jusqu'à Louvain; au nord-est, jusqu'à Gand; au nord-ouest, jusqu'à Béthune.

Nous ne possédons jusqu'ici, au sujet des observations recueillies en France, que les renseignements publiés par les journaux quotidiens. Ces renseignements sont assez contradictoires en ce qui concerne l'instant précis du phénomène, et nous devons nous borner, pour le moment, à les signaler tels quels. Nous les résumons ci-après :

Arras. — Une secousse de tremblement de terre, qui a duré à peine une seconde, s'est produite à 9 h. 10 m. du soir, ébranlant la partie sud-ouest de la ville, sans causer aucun accident grave. Cette secousse est attribuée à des tassements souterrains.

Elle s'est étendue aux arrondissements d'Arras, de Douai et de Béthune. Au nord d'Arras, elle a été vivement ressentie, mais à mesure qu'on se dirige vers le sud, elle a été de moins en moins forte.

Trois autres secousses ont été observées : à 9 h. 16 m., 10 h. 15 m. et vers minuit; mais ces deux dernières ont été plus faibles.

Fait curieux, tous les bateliers de la Scarpe ont ressenti violemment la commotion.

Douai. — A 9 h. 10 m., une secousse de tremblement de terre s'est produite. Les habitants, effrayés, sont sortis de leurs maisons. L'émotion a été grande. On attribue la cause de cette secousse à des affaissements dans le voisinage des mines.

La secousse a été accompagnée et suivie d'un grondement. Elle a été particulièrement violente dans la partie basse de la ville, et elle a également été ressentie dans les villages limitrophes.

A Esquerchin, les gens n'osaient plus rentrer dans leurs maisons.

A Estrées, la cloche de l'église, mise en branle par l'oscillation, fit croire à un incendie et ameuta la population.

A Frais-Marais, Marchiennes, Bugnicourt, des vitres et des verres ont été brisés; toutes les communes de l'arrondissement ont été plus ou moins secouées, mais plus partculièrement en remontant vers Arras.

Une personne digne de foi, arrivée à Douai, affirme qu'une fontaine naturelle de la commune d'Oisy-le-Verger s'est subitement tarie; selon son expression pittoresque, elle s'est " bouchée ".

(1) Extrait de " *Ciel et Terre* ", n° 14 du 16 septembre 1896. (Article de M. A. Lancaster.)

A Raimbeaucourt, la secousse a été très forte, surtout dans le bas. Les carreaux des maisons ont résonné. Bon nombre de personnes couchées se sont levées, croyant à une explosion.

A Monchaux, le tremblement a été ressenti pendant l'espace de deux à trois secondes, vers 9 h. 1/4. Les maisons ont été secouées.

A Ostricourt, la secousse n'a pas été si forte; quelques tremblements.

A Auby, la secousse a été assez forte et a duré deux à trois secondes. Toutes les personnes, mises en émoi, sont sorties pour se rendre compte de ce qui venait de se produire.

A Leforest, le tremblement de terre a duré trois à quatre secondes; il a été assez fortement ressenti : bon nombre de personnes étant couchées se sont levées pour voir ce qui se passait.

A Courcelles-lez-Lens, l'émotion n'a pas été moindre.

A Evin-Malmaison, la commotion a duré deux à trois secondes, vers 9 h. 20 m.

A Roost-Warendin, la secousse s'est aussi fait sentir vers 9 h. 1/2.

En quelques minutes, une foule était rassemblée sur la place.

Les renseignements qui suivent, publiés par les journaux après ceux que nous venons de résumer, les complètent dans une certaine mesure.

La secousse fut ressentie depuis Douai jusqu'à Bapaume, en suivant principalement la vallée de la Scarpe.

En moins de quelques secondes, quatre oscillations bien distinctes et paraissant se diriger de l'ouest vers l'est se produisirent très violemment à Arras.

Les uns se trouvant à table, furent vivement balancés ; les autres, dans leur lit, furent secoués fortement. Seules, les personnes en marche paraissent n'avoir rien ressenti.

Des portes et des fenêtres furent ouvertes, des buffets ballottés et la vaisselle légèrement endommagée.

Après s'être regardés avec anxiété, croyant à une véritable explosion, les habitants quittèrent leurs habitations et coururent vers la rue ou sur les places, interrogeant les voisins, qui tous avaient la même peur et prévoyaient un danger.

Les rues et les places ne tardèrent pas à s'emplir et chacun commentait à sa façon l'événement, dont on ne pouvait se rendre compte.

Fort heureusement, il n'y a pas eu d'accident de personnes, mais une panique générale.

Les secousses auraient, paraît-il, été plus fortes à Pitry, Corbehem et Rœux, et dans ces communes on a signalé quelques chutes de cheminées et des lézardes aux murs.

A Hénin-Liétard, à Lens, Liévain et Courrières, le phénomène a aussi été vivement ressenti. Vers 9 h. 1/2, un bruit comme celui que produirait un fort coup de vent se faisait entendre dans les concessions minières de Lens, Liévin et Courrières. Puis, une forte secousse. Dans maintes habitations, les plafonds se sont écroulés, les meubles ont été renversés, la vaisselle jetée par terre et brisée, grand nombre de cheminées sont tombées.

A Avion, des maisons paraissent avoir été endommagées dans la cité ouvrière de la Compagnie des chemins de fer du Nord.

Dans l'arrondissemeut de Béthune, des commotions plus ou moins fortes ont été également ressenties, ainsi que dans plusieurs communes de l'arrondissement de Lille, notamment à Santes.

Vers le sud, à Bapaume principalement, la secousse a été assez violente. La plupart des habitants, qui étaient couchés, se sont réveillés en sursaut et ont été pris de panique. Comme dans les localités situées au nord, beaucoup de vitres ont été brisées dans plusieurs maisons.

Nous donnons maintenant les renseignements que nous avons pu recueillir au sujet de l'observation du phénomène dans notre pays. Bon nombre de ces renseignements, comme on le verra, sont tirés de lettres que nous avons reçues, et pour l'envoi desquelles nous remercions ici bien vivement leurs auteurs :

Tournai. — C'est spécialement dans le faubourg du Château que le phénomène a été remarqué. L'oscillation a duré environ une seconde, mais elle a été assez forte pour faire claquer les portes et jeter l'émoi dans une foule de maisons, dont les habitants sont précipitamment sortis.

Leuze. — Les habitants ont ressenti une violente secousse; dans certaines maisons, des objets ont même été culbutés.

Les animaux ont manifesté une violente terreur : les chiens hurlaient désespérément.

Paturages. — Le tremblement de terre a été ressenti ici et s'est traduit par des vibrations et de légers déplacements de meubles. (E. Petit.)

Mons et Borinage. — Une légère oscillation du sol a été constatée à Mons et dans le Borinage. Dans certains charbonnages, surtout dans ceux qui possèdent de longues galeries, les ouvriers ont cru à un dégagement de grisou dans le puits voisin. On a aussi perçu une sorte de grondement de vagues.

Morlanwelz. — La plupart des habitants disent avoir constaté deux secousses, distantes l'une de l'autre de deux secondes environ; la première, la plus forte, a duré deux secondes.

Houdeng-Gœgnies. — Une personne habitant la place Communale était couchée au moment du tremblement du sol; elle a vu sa demeure osciller à droite et à gauche, puis se remettre en place.

La Louvière. — Chez un horloger, les globes des pendules ont vibré, ainsi que l'argenterie et la vaisselle. Dans les boutiques, les balances ont oscillé. Plusieurs sonneries électriques se sont fait entendre.

Les trépidations paraissent avoir suivi une ligne bien déterminée, traversant diamétralement le bassin du Centre dans la direction nord-est et sud-ouest.

Charleroi. — Mercredi soir, 2 septembre, vers 9 heures, — mais je ne saurais préciser la minute, — je me trouvais immobile sur mon lit, lorsque celui-ci se mit à osciller. En même temps, le poêle de ma chambre gémit. J'attendis en faisant attention, si d'autres secousses ne se produiraient pas; mais il n'y eut rien.

Plusieurs autres habitants de notre Collège ont remarqué comme moi cette oscillation ; ni chariot, ni tram, ni autre cause apparente ne pouvait la produire à ce moment, où tout était tranquille.

Comme nous sommes au-dessus d'un charbonnage (Le Poirier) et que fréquem-

ment des tassements se produisent dans le sous-sol, j'attribuai tout naturellement le phénomène à cette cause, mais j'appris ensuite, par les journaux, qu'un tremblement de terre avait été ressenti à Douai, Lille, etc.

L'oscillation m'a paru assez lente; quant à sa durée, je l'estime à un peu moins d'une seconde. (Mon lit a été en mouvement pendant environ 1 s. 1/2, l'excès provenant du mouvement acquis.)

La direction de ce mouvement oscillatoire m'a semble être SE.-NW. D'autres de mes confrères indiquent la même direction; quelques-uns, au contraire, croient SW.-NE.

La secousse a été unique et *molle*, si je puis m'exprimer ainsi.

(V. Bareel, S. J.)

Gosselies. — La secousse s'est produite à 9 h. 5 m. du soir. Voici personnellement ce que j'ai constaté :

Je venais de me coucher; j'ai ressenti de violentes oscillations dans le sens horizontal, m'a-t-il paru. Le phénomène a duré 2 secondes environ. Le même phénomène a été constaté par ma femme et mes enfants, qui se trouvaient dans une chambre voisine. (Thibaut.)

Seneffe. — Les portes des maisons tremblaient et on sentait le sol parfaitement osciller. Dans certaines maisons, plusieurs personnes ont failli être renversées et des objets ont été culbutés. En même temps, les chiens manifestaient une grande épouvante : ils hurlaient avec force. Le tremblement a duré environ deux secondes. Plusieurs personnes ont été tellement émotionnées qu'elles ont dû s'aliter.

Clabecq. — Dans une maison de la commune, une horloge arrêtée depuis longtemps et munie d'un pesant balancier, s'est mise en marche.

Court-Saint-Etienne. — Mercredi soir, nous étions assis en famille à lire près d'une suspension. Tout d'un coup, nous avons entendu au-dessus de nos têtes un bruit sourd, analogue à la chute d'un corps, suivi par une oscillation très marquée de la suspension. J'ai immédiatement couru à l'étage supérieur et n'y ai rien remarqué d'insolite. Au-dessus de nous se trouvait une chambre fermée à clef. Quand je fus redescendu, une des personnes présentes dit en plaisantant : " C'est peut-être un tremblement de terre. „

Or, je viens de lire qu'un tremblement de terre assez violent s'est fait sentir mercredi soir, à 9 h. 1/2, dans tout le nord de la France.

(Comte Goblet d'Alviella.)

Uccle. — J'étais assis dans la chambre donnant sur le jardin, à 20 mètres de la rue : tout à coup, la suspension, lourde et massive, s'agita et toutes les bobèches tremblèrent avec un vacarme qu'un lourd chariot passant devant une maison sise à front de rue ne pourrait produire : les deux portes de la chambre étaient ébranlées comme pour sortir de leurs gonds. J'ai parfaitement senti le sol osciller.

Croyant à une explosion quelconque de dynamite, j'ai pris ma montre pour pouvoir le lendemain constater le fait : ma montre indiquait 8 h. 58 m.

En racontant le fait à mes vicaires, l'un de ceux-ci m'a affirmé avoir remarqué les mêmes effets : il demeure à 20 pas de chez moi. (P. Boone, doyen.)

(Avenue Brugmann, 216.) — Le tremblement de terre a été parfaitement perçu chez moi.

La trépidation était si nettement accusée qu'elle a été, sans hésitation, attribuée à sa cause réelle : " c'est un tremblement de terre „.

L'une des personnes qui se trouvaient chez moi a fait cette observation :

" On dirait la vibration que produit le passage sur le pavé d'une charrette de sable. „ Oui, fut-il répondu, c'est la même trépidation, il ne manque que la charrette...

La porte à deux battants qui donne accès à ma bibliothèque s'est ouverte d'elle-même en cet instant.

Il était à peu près 9 heures. (E. Delvaux.)

(Saint-Job.) — Je venais de terminer une lecture et y réfléchissais en regardant l'abat-jour en porcelaine de mon quinquet, lorsque celui-ci se mit à trembler, en même temps que les carreaux de mes fenêtres; le mouvement des carreaux à la fenêtre Est cessa quelques instants avant le tremblement des carreaux de la fenêtre Ouest. Je regardai ma montre : il était 9 h. 5 m. La pendule, sur la cheminée, s'était arrêtée à 9 h. 6 à 7 m. Je crus devoir attribuer ce tremblement à un mouvement de chariot roulant sur la chaussée; mais en allant voir au dehors, je remarquai qu'il n'y avait aucun chariot en vue. (Maes, curé.)

La secousse a été également ressentie à l'Observatoire.

Boitsfort. — Pendant la soirée du 2 septembre, vers 9 heures. on a ressenti à Boitsfort deux légères secousses de tremblement de terre, qui se sont succédé rapidement.

Me trouvant dans un pavillon isolé, distant de 60 mètres environ de l'habitation principale, j'ai remarqué qu'une des fenêtres qui était fermée sans être fixée a produit un bruit semblable à celui qui résulterait de secousses faites pour l'ouvrir.

Les membres de ma famille qui se trouvaient dans la salle à manger de l'habitation ont constaté qu'à la même heure, l'une des portes imparfaitement fermée, ainsi que les objets placés dans un buffet, ont été fortement ébranlés.

Le fils du jardinier, logé à 40 mètres de l'habitation, qui venait de se mettre au lit, a appelé sa mère en disant que son lit venait d'être secoué.

Le chef de gare a entendu un bruit analogue à celui que produirait le roulement sur les rails d'un wagon vide, et il a constaté qu'en ce moment la voie était complètement libre.

Plusieurs personnes de Boitsfort ont remarqué qu'à la même heure les fenêtres de leurs maisons ont semblé être agitées par un vent violent.

Le phénomène m'a paru avoir une durée de deux secondes environ. Aucun bruit souterrain n'a été perçu; le ciel était serein et l'atmosphère tranquille.

Il est à remarquer que la fenêtre du pavillon, la porte et le buffet dont il est fait mention plus haut, sont orientés vers le sud.

(J.-B. Depaire, prof. à l'Université.)

Watermael. — Mercredi, un peu après 9 heures, nous avons ressenti ici une secousse de tremblement de terre. Chez nos voisins, le docteur Stiénon a vu des chaises s'entrechoquer et a entendu un grand bruit sourd. M. Herland a cru qu'on pénétrait brusquement chez lui, tant sa porte a été violemment secouée ; son petit garçon, couché à l'étage, a crié : " Maman, un tremblement de terre, mon lit remue et mon aiguière va tomber. „ Un monsieur de Boitsfort a vu sa suspension balancer fortement. Nous n'avons pas vu d'objets remuer, mais nous avons entendu un bruit retentissant. Il semblait qu'un énorme chariot couvert de ferraille ébranlait le pavé et nous nous sommes étonnés de ce bruit, insolite à une pareille heure.

(Me E. Lagrange.)

Bruxelles. — La secousse a été ressentie dans une grande partie de l'agglomération bruxelloise, mais, d'après tous les renseignements obtenus jusqu'ici, dans la

partie haute seulement. Ni dans le bas de la ville même, ni dans les communes de Molenbeek, de Laeken, etc., elle ne paraît avoir été perçue. Elle a surtout été bien observée sur le plateau compris entre l'avenue Louise et Uccle, en passant par le quartier Ten-Bosch.

M. N. Rauïs, rue Juste Lipse, a noté deux secousses nettement caractérisées, dans un intervalle de 4 à 5 secondes. Un habitant de l'avenue Georges-Henri a ressenti trois oscillations, assez distantes l'une de l'autre, qui ont imprimé à la maison un mouvement de balancement et ont été suivies d'un bruit semblable à un lointain roulement de charrette.

(Rue Belliard, 22). — Voici ce que vient de m'apprendre mon frère, l'avocat Julien Van den Broeck, qui habite rue Belliard, 22, à Bruxelles.

Il se trouvait le mercredi, 2 courant, au rez-de-chaussée, dans son bureau, et travaillait; la maison comme la rue étaient absolument silencieuses. Sa femme était assise dans la salle à manger, séparée du bureau par une large cage d'escalier.

A neuf heures *sonnantes*, tous deux furent surpris par un mouvement *vertical*, bien accentué comme tel, mais de faible amplitude et d'une durée qui ne dépassa pas une seconde. Aucun bruit : ni grondement, ni craquement. Pour chacun d'eux la sensation d'un mouvement du sol fut si nette, qu'ils se levèrent chacun de leur côté pour se communiquer le fait.

Comme le mouvement du plancher rappelait absolument le soulèvement qu'il aurait subi si dans les cuisines et dépendances du sous-sol on avait violemment refermé une porte et provoqué une poussée d'air ayant agi sur les parois sous-jacentes au rez-de-chaussée, mon frère descendit, demanda à la servante si elle avait ouvert une porte. Personne n'avait bougé dans la maison.

(E. Van den Broeck.)

(Rue du Magistrat, 40). — A 9 heures *juste* (heure de Greenwich), toute la maison fut secouée, pendant quelques secondes (deux ou trois au plus), comme si une lourde voiture passait dans la rue. Ma femme me dit : " On dirait un tremblement de terre. „ Immédiatement j'ai regardé la pendule afin de voir si elle ne s'était pas arrêtée du coup; il était 9 heures juste et la pendule marchait. Ma montre, qui équivaut à un chronomètre, et que j'avais réglée le matin même, marquait aussi 9 heures. Je puis donc certifier de l'exactitude de l'heure.

La sensation a été très nette, et il n'y avait pas une charrete ni une voiture en mouvement dans le voisinage. Aucun bruit du reste, rien qu'une trépidation roulante, mais, je le répète, excessivement nette. (C. Kerremans.)

(Avenue Legrand, 44). — J'ai parfaitement ressenti la légère secousse de tremblement de terre. Étant dans mon bureau, j'ai entendu les portes s'entrechoquer, comme s'il passait dans la rue un chariot très lourdement chargé. J'ai été au dehors m'assurer de la chose, mais aucun véhicule n'était en vue.

(A. Lambotte.)

Un habitant de la rue Pascale nous a dit avoir éprouvé une secousse très appréciable, qui a duré plusieurs secondes. La maison tout entière a tremblé, sans aucune cause extérieure apparente, pendant le même espace de temps. Aucune voiture ne passait dans la rue, qui était très calme en ce moment.

Une nouvelle secousse, mais beaucoup plus faible, s'est produite dix minutes environ après la première.

Le phénomène a été également observé à Schaerbeek, rues Seutin et Quinaux, et à Forest, au parc de Saint-Gilles, où la sensation a été celle d'un véritable balancement.

Tieghem (près Anseghem, Flandre occ.). — Le 2 septembre, j'ai ressenti à 9 h. 5 du soir (heure de Greenwich) une secousse de tremblement de terre qui a duré environ deux secondes. Les portes de l'habitation battaient dans leurs chambranles, et les aiguières dansaient sur les tablettes des lavabos. (D. Bouckaert, ing.)

Gand. — Je me trouvais mercredi 2 septembre dernier, vers 9 heures du soir, chez moi, assis devant mon bureau au premier étage, lorsque je perçus un mouvement insolite du sol, qui me causa une sensation particulière et attira mon attention.

Ce mouvement était dû à une double oscillation verticale vers le bas, si je puis m'exprimer ainsi, et qui s'effectua en moins d'une seconde. Je notai l'heure du phénomène. Il était à cet instant entre 9 h. 17 et 9 h. 18 en temps moyen d'Uccle. Ce temps peut être considéré comme représentant exactement l'instant physique auquel le phénomène s'est produit, car j'avais moi-même pris, la veille, l'heure exacte à l'Observatoire d'Uccle. J'eus à peine le temps de noter l'heure, que je ressentis un second mouvement; cette fois, ce fut une oscillation dans le plan horizontal et assez exactement dans la direction NNW.-SSE. L'oscillation ne dura guère qu'une seconde. (Vandevyver.)

Louvain. — M. Henot, président du tribunal de Louvain, me communique une observation qui se rapporte évidemment au tremblement de terre constaté dans le pays. " Mercredi soir, 2 septembre, dit M. Henot, étant au lit, indisposé, j'ai senti un mouvement involontaire de l'est à l'ouest, pendant une seconde. „

(F. Terby.)

L'Écluse (par Hougaerde). — Le tremblement de terre de la semaine dernière s'est étendu jusque dans ma commune. Nous avons ressenti une violente secousse. Je pensais, étant à l'étage, que le plancher allait tomber. La vibration a duré environ 4 secondes. J'ai immédiatement regardé à ma montre. Elle marquait 9 h. 7, mais elle ne va pas tout à fait juste. (H. de l'Escaille.)

Voici encore l'indication de quelques localités où le phénomène a été observé : Noville-les-Bois (près de Leuze), Courcelles, Viesville, Marche-les-Ecaussines, Luttre, Soignies, Groenendael, Cortenberg.

Comme nous le disons plus haut (p. 136), la secousse a été ressentie à l'Observatoire même, mais, fait curieux, aucun des appareils enregistreurs du magnétisme ne l'a indiquée. Et cependant ces appareils constituent de véritables séismomètres, très rudimentaires, il est vrai, mais d'une sensibilité suffisante pour révéler l'existence de secousses non appréciables pour l'homme et dont l'origine se trouve parfois à des distances considérables. Dans ces dernières années, nombre de tremblements de terre très éloignés ont ainsi été enregistrés par les barreaux aimantés, et à Bruxelles même, le 23 février 1887, nous avons trouvé sur le diagramme photographique de la déclinaison magnétique, la trace de la vibration du sol produite par le violent tremblement qui, le même jour, avait secoué la Corniche, et Nice tout particulièrement (1).

(1) Voir la 8e année de *Ciel et Terre*, p. 54.

Cette fois, l'examen le plus minutieux des courbes magnétiques n'a rien montré ; il en a été de même de l'examen des courbes des enregistreurs barométriques.

Jusqu'à plus ample information, l'Ecluse, village situé à peu près à mi-chemin entre Louvain et Jodoigne, à l'altitude de 103 mètres et sur la crête de partage des bassins de la Dyle et de la Geete, est la localité la plus distante du foyer d'ébranlement qui ait été secouée par celui-ci.

L'Écluse se trouve à 145 kilomètres environ de la zone Arras-Douai.

Deux observations faites à Bruxelles, celles de MM. Kerremans et Van den Broeck, et l'observation de Gand, due à M. Vandevyver, nous donnent d'une manière très exacte l'heure du passage de l'ondulation séismique à une distance de 100 à 105 kilomètres de son origine. Cette heure est, à très peu près, 9 h. 17 m. 30 s., temps moyen de Bruxelles. Si l'on adopte provisoirement 9 h. 10 m., temps local, ou 9 h. 15 m. 30 s., temps de Bruxelles, pour l'instant de la secousse initiale au nord de la France, on constate que la vitesse de propagation du tremblement du 2 septembre 1896 a été de 850 mètres environ à la seconde.

Cette valeur paraît un peu forte, comparée à celles déterminées dans des cas analogues de vibration terrestre. La vitesse moyenne, pour les tremblements de terre de nos régions, est normalement de 500 mètres, ainsi qu'il résulte de l'étude des plus importants de ces phénomènes observés dans l'Europe occidentale.

Généralement, les faibles secousses que l'on observe en Belgique nous viennent de l'Est (1). Les mouvements ayant leur point de départ au sud du pays sont plus rares, et, pour trouver un tremblement de terre comparable à celui du 2 septembre, et dont la propagation s'est également effectuée dans une direction sensiblement S.-N., nous devons remonter à près de soixante ans en arrière. Le 23 février 1828, vers 8 1/2 h. du matin, un ébranlement parti du nord de la France s'étendit sur la Belgique entière et y fut au moins aussi vivement ressenti que celui de ces jours derniers.

Depuis une vingtaine d'années, le bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais est le siège de trépidations relativement fréquentes, mais qui, jusqu'ici, étaient restées locales et, partant, n'avaient été que légères. Ces mouvements du sol ont été unanimement attribués à des affaissements dans les couches profondes de ce terrain houiller, affaissements semblables à ceux constatés dans d'autres districts miniers des contrées qui nous entourent, notamment dans le bassin de

(1) Voyez, dans la 8e année de *Ciel et Terre*, p. 25, notre article : *Les tremblements de terre en Belgique*, dans lequel nous donnons la liste complète de toutes les secousses ressenties dans le pays depuis les temps historiques.

la Ruhr. A Herzogenrath (Rolduc), au centre de ce bassin, de nombreuses secousses ont été notées de 1873 à 1877, et quelques-unes ont été assez violentes pour causer de sérieux dégâts aux habitations et se propager assez loin en Belgique. Le point d'origine des principales de ces secousses se trouvait à une grande profondeur. On a calculé que la secousse du 24 juin 1877 avait son foyer à environ 27 à 28 kilomètres au-dessous du sol, et celle du 22 octobre 1873 à une profondeur analogue.

Il s'agit donc ici de véritables tremblements de terre, et celui du 2 septembre peut leur être comparé. Ces ébranlements ne doivent pas être confondus avec ceux qui se produisent à une faible distance de la surface terrestre, et dont nous avons eu un intéressant exemple à Havré, près de Mons, il y a quelques années (1). A Havré, les mouvements ont été localisés sur une superficie extrêmement réduite et parfois même on n'a entendu que le grondement occasionné par l'affaissement des terres. On pourrait citer de nombreux cas du même genre observés ailleurs (2).

Le tremblement de terre du 2 septembre s'est fait sentir sur une étendue de 10.000 à 11.000 kilomètres carrés et dans une aire polygonale dont nous pouvons indiquer provisoirement comme sommets : Bapaume - Béthune - Gand - l'Écluse - Charleroi - Bapaume. Cette aire a une forme allongée, et elle est orientée à très peu près WSW.-ENE. La partie belge ébranlée est un peu plus grande que la partie française.

Nous compléterons ultérieurement les renseignements qui précèdent, si de nouveaux détails parviennent à notre connaissance.

A. LANCASTER.

(1) Voyez le *Bulletin* de la Société belge de géologie, t. I (1887).

(2) Les mouvements constatés à Havré étaient très probablement dus à des glissements provoqués par les travaux des houillères.

On sait que l'on classe généralement aujourd'hui les tremblements de terre en trois catégories bien distinctes : 1° Tremblements volcaniques, qui se produisent principalement dans les régions où existent des volcans, éteints ou encore en activité; 2° Tremblements d'écroulement ou d'affaissement (*Einsturzbeben* des Allemands), que l'on remarque notamment dans les terrains miniers; 3° Tremblements de dislocation ou orogéniques (*Dislocationsbeben*), qui affectent surtout les pays montagneux.

Les micro-séismes, qui ne sont révélés que par des appareils enregistreurs très délicats, forment une classe à part, indépendante des précédentes.

SEANCE MENSUELLE DU 27 OCTOBRE 1896.

Présidence de M. **L. Dollo**.

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance.

M. le *Ministre de l'Agriculture et des Travaux Publics* envoie une série de documents relatifs aux matériaux de construction de la province de Limbourg.

M. *G. Schmitz* signale à l'attention des géologues l'utilité scientifique de *la récolte de cailloux* de diverses grandeurs qu'on rencontre assez souvent dans la plupart des veines de houille. Il desire en étudier le plus d'échantillons possible et fait un appel en ce sens à nos collègues.

La *Société Royale malacologique* envoie le programme de l'excursion annuelle des Sociétés Géologique et Royale Malacologique réunies.

M. *Ed. Bernays* fait part à la Société de la trouvaille qu'il a faite dans les talus diestiens de l'Ecluse Lefèvre à Anvers, savoir : un superbe échantillon de la très rare *Bullaea sculpta* (s. Wood. Mon. Crag. mollusca. 1848, pl. XXI, fig. 10).

M. *G. Cumont* signale que dans *le petit Journal secret* de Charles de Lorraine (mélanges) se trouve l'indication suivante : « Proche de Nivelles, passant par la porte Sainte-Anne, sur le chemin de Bornival, entre les moulins de Bernaux et Godrons, il y a à la droite du chemin, à un quart de lieue de la ville, *un sable qui est assez salé.* Il s'en trouve deux veines entre de l'argile. »

(Arch. génér. du royaume, à Bruxelles.)

Comme l'existence de limons salés a déjà été indiquée par M. *X. Stainier* dans nos régions et que la question d'origine de ce sel offre un réel intérêt scientifique il a paru utile à M. *Cumont* de signaler cette particularité. S'agit-il ici d'un sable quaternaire ou de dépôts tertiaires? C'est ce qu'il vaudrait peut-être la peine de vérifier.

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

2215 **Bonney** (**T.-G.**). *Ice-Work, Present and Past.* Extr. in-8°, 4 pages. London, 1896.

2216 **Cadell** (**H.-M.**). *The Geology and Scenery of Sutherland.* Extr. in-8°, 3 pages. London, 1896.

2217 **Cornet** (**J.**). *A propos du récent tremblement de terre de la Belgique et du nord de la France.* Extr. in-8°, 15 pages. Bruxelles, 1896.

2218 **Fornasini** (**C.**). *Bibliografia geologica del Bolognese 1648-1896.* Extr. in-8°, 12 pages. Bologna, 1896.

2219 **Gaudry** (**A.**). *Essai de paléontologie philosophique.* 1 vol. in-8°, 231 pages, 204 figures. Paris, 1896.

2220 **Issel** (**A.**). *Cenno di un parossismo eruttivo osservato nelle sorgenti bituminifere di Zante.* Extr. in-8°, 11 pages. Genova, 1896.

2221 **Jones Rupert.** *Quelques ostracodes fossiles de la Belgique. Traduit par M. G. Dewalque.* Extr. in-8°, 8 pages et 1 pl. Liége, 1896.

2222 **Jones Rupert** et **Kirby** (**J.-W.**). *Sur une Primitia nouvelle, du calcaire carbonifère de la Belgique.* Extr. in-8°, 2 pages. 1 pl. Liége, 1896.

2223 **Polis** (**P.**). *Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen.* Extr. in-4°, 59 pages. Aachen, 1896.

2224 — *Klimatische Verhältnisse von Aachen.* Extr. in-4°, 9 pages. Aachen, 1896.

2225 **Sacco** (**F.**). *L'anfiteatro morenico del lago di Garda.* Extr. in-8°, 54 pages et 1 carte. Torino, 1896.

2226 — *La Toscana. Studio geologico sommario.* Extr. in-8°, 49 pages. Roma, 1896.

2227 **Sandberger** (**F.-V.**). *Bemerkungen über eine Kalktuff-Ablagerung im Becken von Wiesbaden.* Extr. in-8°, 2 pages. Würzburg, 1894.

2228 — *Bemerkungen über einige Formen des Mosbacher Landes.* Extr. in-8°, 1 page. Würzburg, 1894.

2229 **Tihon.** *Les Cavernes de Goyet. La station de l'hermitage à Huccorgne, études préhistoriques.* Extr. in-8°, 14 pages. Bruxelles, 1896.

2230 **Van den Broeck** (**E.**). *Un phénomène mystérieux de la physique du Globe.* Fascicule I. Extr. in-8°, 175 pages. Bruxelles, 1895-96.

Extrait des publications de la Société :

2231 **Arctowski** (**H.**). *Quelques remarques sur l'intérêt qu'offre pour la géologie l'exploration des régions antarctiques.* (2 exemplaires.)

2232 **Bourdariat** (**A.-J.**). *Formation d'un nouveau cône sur le Vésuve.* (2 exemplaires.)

2233 **Dupont** (**E.**). *La partie belge de la Carte géologique internationale de l'Europe.* (2 exemplaires.)

2234 **Erens** (**A.**). *Notice biographique sur Casimir Ubaghs.* (2 exemplaires.)

2235 **Hans** (**J.**). *La base de l'étude hydrologique de la Belgique. Quelques résultats tirés de l'étude de la Carte pluviométrique de M. A. Lancaster.* (2 exemplaires.)

2236 **Lechien** (**V.**). *Découverte d'un nouvel Ichthyosaure à Arlon.* (2 exemplaires.)

2237 **Losseau** (**L.**). *Quelques renseignements relatifs à deux sondages à Anvers.* (2 exemplaires.)

2238 **Munck** (**E. de**). *Sur les récents tremblements de terre ressentis dans le Hainaut.* (2 exemplaires.)

2239 **Pohlig** (**H.**). *Paidopithex Rhenanus, n. g. n. sp.; le singe anthropomorphe du Pliocène rhénan.* (2 exemplaires.)

2240 **Rome** (**Dr Th.**). *De l'Hydrographie souterraine dans les terrains calcaires.* (2 exemplaires.)

2241 **Sacco** (**F.**). *Essai sur l'Orogénie de la Terre. (Résumé.)* (2 exemplaires.)

2242 **Van den Broeck** (**E.**). *Compte rendu sommaire de l'excursion au Bolderberg et au gisement fossilifère de Waenrode, faite par la Société, les 13 et 14 juillet 1895.* (2 exemplaires.)

Périodique nouveau :

2243 *Museo Nacional de Buenos-Aires.* Anales, segunda serie, tomo I, 1895.

M. *Cl. Van Bogaert* signale l'existence, dans les bureaux du bâtiment de l'Administration du pilotage, à Anvers, d'une collection intéressante de sondages effectués le long de l'Escaut depuis Hoboken jusqu'à Lillo, ainsi que dans le lit du fleuve, sur la rive droite.

Cette collection, qui pourrait être mise à la disposition de ceux des membres de la Société qui voudraient l'étudier, contient des spécimens d'un banc très étendu de nodules ferrugineux, spécimens dragués à la côte 15 près du Belgische Sluys, un peu en amont de Lillo, en pleine

rivière. Chacun de ces nodules, dont la grosseur varie depuis le diamètre d'une noisette jusqu'à celle du poing, est percé d'une ouverture centrale, qui semble être tapissée d'une sécrétion d'origine organique. Des échantillons sont joints à la lettre de M. Van Bogaert et sont exhibés en séance, mais sans que personne ait pu élucider le problème de leur formation.

Le banc formé par la réunion de ces nodules dans l'Escaut est argileux et l'argile est aussi compacte que notre argile tertiaire de Boom.

On drague le banc parce que, situé en pleine passe, là ou il devrait y avoir de la profondeur provenant des érosions du courant très violent, il constitue au contraire un haut-fond.

Ce haut-fond serait tout à fait inexplicable si l'on suppose le lit de la rivière formé de sable; mais en draguant on s'est aperçu que c'est la nature du terrain qui s'opposait au creusement naturel de la fosse.

Les questions de Concours et les Desiderata proposés par la Section des Sciences de l'Exposition internationale de Bruxelles (1897).

On se souvient qu'à la séance du 28 juillet, la Société belge de Géologie avait mis à son ordre du jour l'étude d'un programme de *choses exposables* qui lui paraissaient pouvoir être utilement signalées à l'attention de la Commission spéciale formant le Bureau de la Classe 83 ou de Géologie de la Section internationale des Sciences. De plus, quelques questions, destinées à former l'objet de concours énonçant certains desiderata avaient été formulées par MM. *Schmitz*, *Rutot* et *Van den Broeck*.

La Commission organisatrice de la Classe de Géologie de l'Exposition, après avoir pris connaissance de ces diverses propositions, les a acceptées, les a fait siennes, en les modifiant un peu et en y faisant quelques additions et ablations.

Voici l'énoncé des *Desiderata* et des *Questions de Concours* tels qu'ils ont été définitivement formulés par la Commission de la Classe 83, avec l'indication des primes afférentes à chaque question.

Classe 83. — Géologie et Géographie.

Desideratum. N° 218. — Mettre en lumière, dans un ou plusieurs bassins houillers déterminés, les phénomènes géologiques qui tendent à expliquer la géogénie de la houille et exposer les observations géologiques et paléontologiques qui peuvent guider dans l'établissement de la synonymie des couches de houille.

PRIME : 600 FRANCS.

Idem. N° 219. — Tracer aussi exactement que possible, l'extension de la grande invasion marine postérieure au dépôt du limon gris stratifié à Hélix et à Succinées, qui a déposé les sables et les autres sédiments dit « Flandriens » et qui semble avoir terminé l'époque quaternaire. PRIME : 600 FRANCS.

Idem. N° 220. — Établir le niveau où l'on doit placer la limite entre le Devonien et le Carbonifère. PRIME : 600 FRANCS.

Idem. N° 221. — Montrer, avec preuves à l'appui, en quoi consiste réellement le type discuté du terrain bolderien de Dumont et faire connaître aussi exactement que possible sa position dans la série des terrains tertiaires.

PRIME : 600 FRANCS.

Concours. *Série* N° 237. *A)* Etablir, par l'emploi de la patéontologie, le synchronisme des assises constituant les systèmes cambrien et silurien du Brabant et du Condroz, avec les subdivisions classiques correspondantes.

B) Établir, par des études nouvelles, notamment par l'étude des fossiles, le synchronisme des assises rhénanes du Condroz (bande moyenne El. de Dumont) avec les subdivisions correspondantes de l'Ardenne.

C) Rechercher, par l'étude des fossiles, l'âge des couches qui ont, par leur dissolution, donné naissance au conglomérat à silex tel que celui de la Hesbaye, du pays de Herve, du Condroz et des Hautes-Fagnes, et examiner, notamment, si ces couches n'appartenaient pas à des niveaux différents, que l'on peut retrouver dans le conglomérat à silex.

D) Exposer l'état actuel de la question des mouvements du sol en Belgique, dans ses rapports avec l'histoire des dépôts quaternaires et modernes et avec la succession des états physiques de nos contrées pendant l'ensemble des temps post-tertiaires jusqu'à nos jours. PRIME : 600 FRANCS.

Idem. N° 238. — Représenter graphiquement, à grande échelle, la succession des différents états physiques de la région littorale qui a reçu le nom de *plaine maritime,* depuis l'aurore des temps modernes jusqu'à nos jours.

PRIME : 300 FRANCS.

Idem. N° 239. — Exposer un dispositif d'appareil portatif de sondage, pouvant faire atteindre une pénétration de 15 mètres au plus et permettant la traversée et l'échantillonnage correct des sables boulants, ou fortement aquifères.

PRIME : 300 FRANCS.

Mais d'autres Sections, telles que l'*Hygiène*, l'*Économie sociale*, ont également formulé des Desiderata et des questions de concours ressortissant au domaine de la Géologie, de l'Hydrologie, etc. et dont l'examen intéresse immédiatement nos collègues.

Ce sont principalement les suivants :

Desiderata énoncés dans la Classe 11 de la 2me Section (Économie sociale).

Desideratum. *Série* N° 21. *A)* Exposer et indiquer le matériel et l'organisation d'un poste d'observation des phénomènes de météorologie endogène, dans leurs applications à l'étude et à la prévision des dégagements grisouteux.

Note. — Ce matériel comprendrait notamment un dispositif microphonique ou autre, à rechercher, pouvant renseigner les moindres ébranlements et trémulations

du sol, quel qu'en soit le sens, vertical, horizontal ou oblique, et quelle qu'en soit l'orientation; l'instrument devant, autant que possible, rester insensible aux ébranlements de l'air et aux vibrations d'origine externe.

B) Faire connaître et exposer les modifications et compléments à apporter aux locaux et au matériel des observatoires existants, en vue d'annexer à ces établissements des postes d'observation du genre de ceux désignés au desideratum précédent, dont celui-ci n'est qu'un cas particulier, en vue d'une application pratique immédiate.

C) Établir le choix justifié des régions, localités et emplacements qui conviendraient le mieux pour l'établissement des postes spécialement destinés, par l'observation de certains phénomènes de météorologie endogène, à la prévision et à l'avertissement des phénomènes grisouteux.

PRIME : 500 FRANCS, divisible et réductible au gré du Jury.

Idem. N° 26. — Faire connaître d'après quelle loi varie la déviation magnétique en profondeur. Indiquer par quel moyen on peut rectifier, dans les levers miniers à la boussole, les inexactitudes résultant de cette déviation.

Il peut être répondu à ce desideratum par un mémoire.

PRIME : 300 FRANCS.

Desiderata de Géologie appliquée (Hydrologie, etc.) énoncés dans les Classes 28 et 29 de la 3me Section (Hygiène).

Desideratum. N° 82. — Présenter un dispositif et un outillage permettant de prendre rapidement possession, par galeries drainantes à grande profondeur, des eaux circulant dans les sables aquifères et spécialement dans les sables à rognons de grès, tels que les sables bruxelliens. PRIME : 800 FRANCS.

Idem. N° 83. — Présenter un dispositif applicable à la filtration en grand des eaux, permettant d'éviter les inconvénients inhérents aux filtres à sable, sous le rapport de la manipulation, du renouvellement, etc. PRIME : 700 FRANCS.

Idem. N° 87. — Les filtres qu'on prône en général pour l'obtention d'une bonne eau potable constituent une arme à deux tranchants : un filtre bien entretenu peut donner des résultats satisfaisants; un filtre sali par un usage trop prolongé ne fournit pas une eau stérile.

On demande des indications précises : *a)* quant aux caractères dénotant que le filtre ne fonctionne plus normalement; *b)* quant aux mesures à prendre pour lui rendre sa valeur primitive. Les concurrents devront formuler des conclusions pratiques au sujet des appareils à employer dans les habitations, des essais à faire, etc.

PRIME : 500 FRANCS.

Idem. *Série* N° 100. — *A)* Réunir, sous une forme pratique et dans un format portatif, l'ensemble des instruments nécessaires à l'explorateur hydrologue dans ses reconnaissances. L'outillage devra pouvoir permettre de s'assurer sur le terrain si les eaux rencontrées présentent, au point de vue organoleptique, chimique et bactérioscopique, les qualités suffisantes pour que leur étude mérite d'être faite plus systématiquement par la suite.

La trousse devra comporter, si possible, des appareils de jauge rapide et de reconnaissance du mode de provenance des eaux. Elle devra contenir également les substances colorantes permettant de se rendre compte éventuellement des cas de circulation souterraine des eaux dans les terrains rocheux.

B) Présenter un cuvelage de puits et un dispositif de tubage qui, en vue de l'établissement de distribution d'eau, permette de prendre possession, sans entraînement de sable, des eaux circulant dans les sables boulants et notamment dans les sables landeniens et yprésiens.

C) Le filtre à sable, qui offre toute sécurité lorsqu'il est convenablement manié, peut être considéré, dans la plupart des cas, comme un système dangereux d'épuration des eaux lorsqu'il s'agit d'agglomérations à ressources restreintes et dépourvues de personnel technique suffisant.

D'autre part, la prise de possession de sources peut entraîner à des dépenses hors de proportion avec les ressources financières des dites localités.

Présenter un procédé sûr, pratique et économique d'épuration et de stérilisation qui permette à ces localités d'utiliser sans danger les eaux superficielles qui peuvent se trouver à leur portée.

La Prime, divisible au gré du Jury, attribuée à la série N° 100 (qui englobe encore cinq autres questions) est de 1.300 Francs.

Desideratum énoncé dans la Classe 131 du groupe 36 (Industries extractives) de la 9me Section.

Desideratum. N° 344. — Présenter des procédés permettant d'apprécier la résistance des matériaux pierreux aux actions climatériques et notamment à la gelée ; fournir comme application à la méthode proposée, une étude sur la gélivité des pierres, en présentant à l'appui des spécimens et des résultats d'expériences.

Prime : 1.000 Francs.

Pour ce qui concerne l'indication des *choses exposables* dans la Classe de Géologie de la Section des Sciences, le Bureau de la Classe a fait accompagner ses demandes d'adhésion du document ci-après, qui résume les grandes lignes d'une Exposition géologique telle que le Bureau la conçoit :

SECTION DES SCIENCES

DE L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE BRUXELLES (1897)

Classe 83. — Géologie et Géographie.

Afin de fixer les idées au sujet de ce qui pourrait être exposé avec avantage dans la *Classe 83 : Géologie et Géographie*, le Bureau de la Classe signale spécialement les objets suivants :

A. Photographies, modèles réduits ou spécimens naturels de phénomènes ayant rapport à la Géologie ou à la Géographie physique, tels que :

Structure des roches (fentes, failles, contacts, plissements, etc.).

Érosions et dépôts (cañons, gorges, ravins, vallées, cataractes, deltas, barres, etc.).

Phénomènes glaciaires (glaciers polaires et autres ; moraines, roches striées ou moutonnées, débâcles, etc.).

Sédimentation. (Types ou exemples de dépôts marins, fluviaux, lacustres, éoliens, etc.)

Phénomènes sismiques. (Effets de tremblements de terre, cartes de propagation, etc.)

Phénomènes volcaniques. (Effets divers de l'activité volcanique : coulées de lave, volcans de boue, geysers, etc.)

Grottes et cavernes. (Vues, plans, photographies, etc.)

B. APPAREILS ET DISPOSITIFS DE GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. (Dispositifs réalisés pour l'étude des plissements, fractures, formations de dépôts spéciaux, métamorphisme, etc.)

C. CARTES GÉOLOGIQUES d'ensemble ou détaillées, du sol, sous-sol ; reconstitutions indiquant les rivages des anciennes mers ; cartes des sous-sols profonds primaires ; cartes agronomiques. Spécimens de levés des divers *Services géologiques.* Tableau synoptique des terrains, légendes, etc.

D. PHÉNOMÈNES D'ALTÉRATION. Représentation des aspects fournis aux terrains par ces phénomènes. Roches intactes et roches altérées ; phosphates naturellement enrichis, minerais, etc.

E. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION. Échantillons bruts, taillés, polis, etc., surtout de roches encore peu ou point utilisées, ou peu connues.

F. HYDROLOGIE. *Bases géologiques* de la captation des sources et des nappes aquifères, ainsi que des eaux minérales, etc.

G. TRAVAUX ET PUBLICATIONS GÉOLOGIQUES. Travaux des sociétés savantes, des particuliers, sur la géologie pure ou appliquée (représentés surtout par des panneaux de *planches*, *cartes* et *photographies*, extraites de ces publications).

H. APPAREILS DE SONDAGE. Appareils à main et de forage à grande profondeur, pour levés et recherches géologiques ; échantillons, etc.

I. PALÉONTOTOGIE. Traces de mouvements d'animaux prises pour animaux ou plantes. — Déformations de fossiles. — Fac-simile de *grands vertébrés* peu connus. — Entomologie et Ichthyologie fossile. — Études monographiques (planches). — Séries évolutives de

certains groupes. — Collections ou documents ayant rapport aux questions de concours ou aux desiderata. — Modèles pour l'enseignement, etc.

J. MINÉRALOGIE ET CRISTALLOGRAPHIE. Minéraux nouveaux ou peu connus; formes cristallines, modèles pour l'enseignement; modèles pour la démonstration des différentes propriétés des cristaux, météorites, etc.

Le Bureau de la Classe 83 ne doute pas que des objets ayant rapport aux diverses catégories qui viennent d'être énumérées, ne constituent, grâce à un *étiquetage soigné et détaillé*, un ensemble des plus intéressants et des plus instructifs.

M. *E. Van den Broeck* montre de la part de M. *J. B. Stürtz*, de Bonn, une série de superbes photographies représentant des coupes, contacts, carrières et sites géologiques examinés par la Société lors de ses excursions au *Siebengebirge*. Certaines de ces photographies pourront éventuellement figurer au compte rendu de l'excursion, qui doit être fait par M. *Dewindt*.

Communications des membres.

L. DOLLO. — **Un curieux Brachiopode fossile : Richthofenia.**

L'auteur appelle l'attention de l'Assemblée sur un curieux *Brachiopode* du Carbonifère supérieur, *Richthofenia*, remarquable par sa ressemblance apparente avec les *Coraux* solitaires.

A cette occasion, il parle aussi des *Rudistes*.

L. DOLLO. — **Le Hainosaure à Lonzée.**

Jusqu'à présent, le Hainosaure, genre fondé jadis par l'auteur pour un Mosasaurien gigantesque des environs de Mons, n'était connu que dans la Craie phosphatée.

L'auteur, grâce à l'obligeance de son collègue M. Rutot, ayant eu l'occasion d'examiner divers restes de vertébrés fossiles de la glauconie argileuse hervienne de Lonzée, envoyés au Musée pour examen par M. Piret (de Tournai), y a reconnu des fragments de Hainosaure.

A. RUTOT. — **Observations nouvelles dans la plaine maritime.**

M. Rutot fait savoir qu'à la suite de ses levés dans le golfe de Loo, il a reconnu un nouveau et important facies du terme *alr 2* de la Plaine maritime.

Ce nouveau facies, qui a trompé M. Mourlon dans ses premiers levés, consiste en un sable blanc, meuble, très coquillier qui, à première vue, ressemble à s'y méprendre avec le terme *alq*. De nombreux sondages et des observations précises ont montré que ce sable blanc passe souvent, vers le bas, au facies normal de *alr 2*, ou repose directement sur la tourbe, tandis qu'il est surmonté de l'argile *alp 1*.

Il semble que les sables du nouveau facies de *alr 2* sont généralement plus fins que ceux de *alq* et ils renferment beaucoup de *Pholas candida*. Ce sont bien certainement ces sables qui pénètrent dans la Plaine maritime française et qui constituent les « Sables à cardium » de M. Gosselet. Notre terme *alq* n'existerait pas en France.

M. *A. Fisch* fait une communication accompagnant l'exhibition d'un nouveau modèle de Microscope minéralogique qu'il présente à l'Assemblée. L'auteur a envoyé pour le procès-verbal la rédaction suivante :

Communication sur un nouveau modèle de Microscope minéralogique, par A. FISCH.

Jusqu'à présent, lorsqu'on voulait faire l'acquisition d'un microscope pour les examens pétrographiques et cristallographiques, il fallait compter sur une dépense assez élevée ; or la maison *Leitz* de Wetzlar vient d'établir un modèle de microscope dont le prix est fort abordable, et possédant tous les éléments nécessaires aux examens minéralogiques.

Comme le montre la figure, publiée ci-contre, le tube est supporté par un pied et une colonne en fer, il se monte et se descend par une crémaillère permettant la mise au point des forts objectifs.

La platine est tournante et peut se centrer ; elle est divisée sur le pourtour en 360°, que l'on mesure à l'aide d'un index.

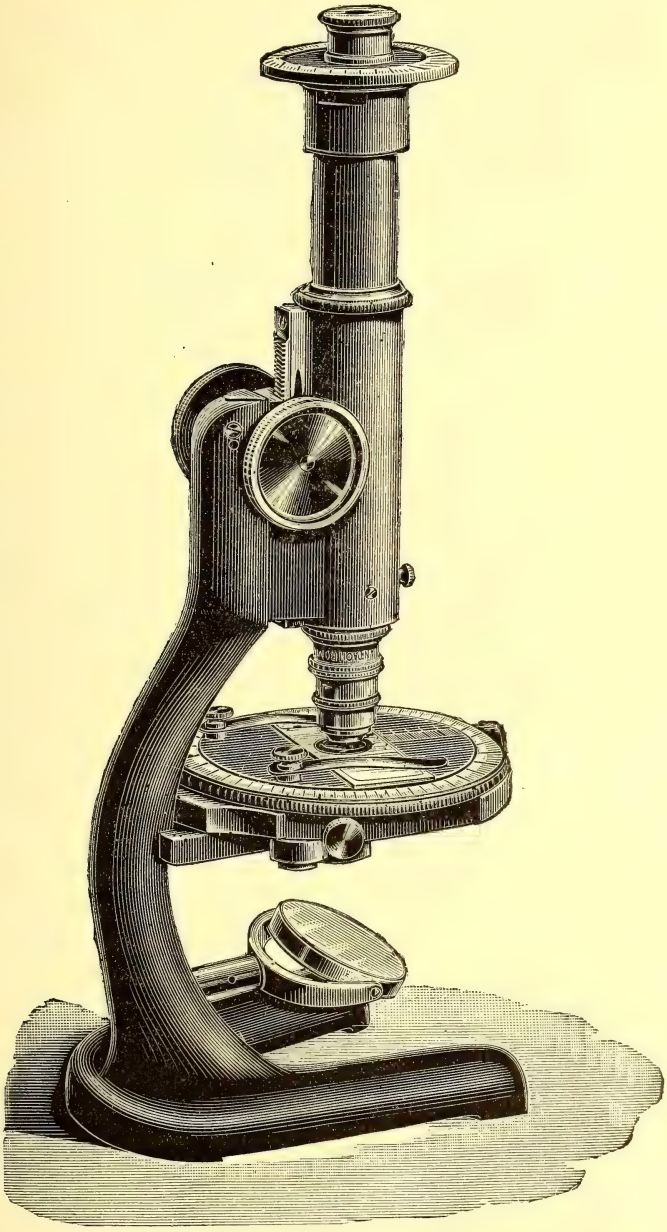
Le polariseur se place dans le porte-diaphragme, qui peut se sortir de dessous la platine.

L'analyseur est fixé sur un tube qui lui-même se place sur l'oculaire, il tourne sur un disque dont le pourtour est divisé en 360°.

Une fente sous l'analyseur permet d'y introduire des lames de gypse et de mica.

On peut également, dans une ouverture ménagée dans le tube au-dessus de l'objectif, introduire des lames de quartz, gypse, etc., etc.

En somme ce microscope est construit de façon à pouvoir constater la position des axes d'élasticité et à distinguer les corps isotropes des corps anisotropes.



NOUVEAU MODÈLE DE MICROSCOPE MINÉRALOGIQUE
DE LA MAISON LEITZ, DE WETZLAR

Les objectifs, condenseurs et oculaires munissant ce microscope, sont soigneusement examinés, afin qu'ils ne présentent aucune trace de polarisation.

Ce microscope, muni d'un oculaire n° 1 avec fils en croix, oculaire n° 3 objectifs 3 et 6, donnant des grossissements de 60 à 390 fois, lame de quartz de Klein, et lame de gypse, le tout renfermé dans une boîte acajou formant armoire, vaut *188 francs* (1).

Compte rendu du Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie de Clermont-Ferrand

(4e SESSION, SEPTEMBRE-OCTOBRE 1896)

PAR

le Dr Poskin.

La séance d'ouverture du Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie a eu lieu le 28 septembre 1896 dans la salle des Fêtes de l'Hôtel de Ville.

M. le docteur de Ranse, président du Comité d'organisation, a pris le premier la parole et a prononcé le discours de bienvenue, qui peut se résumer comme suit :

Après avoir remercié tous ceux qui ont prêté leur concours à l'organisation du Congrès, l'orateur indique le but et les résultats des Congrès scientifiques internationaux qui tendent de plus en plus à se multiplier : en réunissant les savants, les travailleurs de tous les pays pour étudier en commun, discuter, élucider quelques-uns des grands problèmes qui intéressent les sciences, ces Congrès font souvent jaillir la lumière d'un conflit d'opinions parfois divergentes. Entre-temps, les savants apprennent à se connaître, à s'estimer, à s'aimer. « Je ne sais, dit M. de Ranse, si le règne de la paix universelle, que poursuivent des esprits généreux, est un rêve, une utopie; mais si jamais ce rêve se réalise, je ne crains pas de dire que les Congrès internationaux y auront grandement contribué en détruisant bien des préjugés, en développant et exaltant simultanément le double sentiment de l'amour du pays et de la sympathie pour l'étranger. »

Mais les Congrès internationaux poursuivent aussi un autre but : celui de fournir à chacune des régions qu'ils visitent l'occasion

(1) En vente chez *A. Fisch*, 70, rue de la Madeleine, à Bruxelles.

d'affirmer sa vie scientifique, de produire et de faire apprécier les richesses dont la nature l'a dotée. Il serait difficile de trouver une région où les matériaux d'étude soient plus nombreux et plus variés que celle de notre massif central, dont Clermont est la capitale. Aussi, quand il s'est agi, il y a trois ans, de désigner le siège du Congrès qui s'ouvre aujourd'hui, le choix de la ville de Clermont s'est en quelque sorte imposé, et ce choix a été sanctionné à l'unanimité dans la dernière assemblée générale du Congrès de Rome.

L'honorable président ne doute pas que la session de Clermont ne montre ce que peut avoir de fécond l'union des trois sciences représensentées pour la première fois ensemble au Congrès — car les précédents Congrès n'avaient rien de géologique. Le nombre des sources minérales qui émergent du Plateau central atteint, s'il ne dépasse pas, le chiffre de 500, offrant entre elles, sauf de rares exceptions, une étroite parenté qui n'exclut pas cependant certaines différences de thermalité, de composition et, par suite, de propriétés thérapeutiques.

La longue série des éruptions volcaniques qui ont bouleversé le sol de la région, l'étude des fractures qui ont accompagné ou suivi ces bouleversements, l'analyse des roches éruptives qui se sont superposées permettent aux géologues de comprendre et d'expliquer ces analogies et ces différences. Une fois ce premier point de l'origine des sources élucidé, et après que l'analyse chimique en a fait connaître la composition, il faut contrôler et compléter ce qu'un pur empirisme a appris sur leurs vertus curatives, faire appel à l'observation clinique, base essentielle de tout progrès en hydrologie; et l'on ne tarde pas à se convaincre que c'est principalement à leur action sur la nutrition que les eaux minérales doivent leurs effets thérapeutiques, et la chimie biologique donne le sens, la mesure, le coefficient de cette action.

On acquiert bientôt aussi une autre notion, c'est qu'une cure thermale ne comprend pas seulement l'usage des eaux minérales, avec leurs divers modes d'administration, mais embrasse d'autres éléments, parmi lesquels les conditions d'altitude, d'exposition, de nature et de perméabilité du sol, en un mot de climat, jouent le rôle le plus important. On assiste même à l'évolution de cette notion, de cette idée : les éléments d'altitude deviennent les concurrents sérieux du climat marin; les sanatoria s'élèvent de tous côtés pour combattre, non seulement la tuberculose, cette plaie de l'humanité, mais encore bon nombre d'états morbides, entre autres la neurasthénie, cette expression toute spéciale du surmenage et de la morbidité modernes.

« Vous aurez à voir, dit l'orateur, dans ce pays essentiellement favorisé, où jusqu'à la hauteur de 1000 mètres, les sources thermales

abondent à toutes les altitudes, où les Romains, nos maîtres en civilisation et en hydrologie, ont donné l'exemple et laissé les traces de si grands travaux, où, ce que je me plais à rapporter, le temple qu'ils avaient dressé à une de leurs divinités sur le sommet du Puy qui domine cette ville, a été remplacé, comme un temple élevé à la science, par un des premiers observatoires de météorologie, vous aurez à voir, dis-je, s'il ne convient pas de créer des sanatoria plus ou moins semblables à ceux qui existent en Suisse et en Allemagne. »

M. de Ranse aborde ensuite un autre ordre d'idées et appelle l'attention du Congrès sur l'intérêt économique que présentent les eaux minérales. L'industrie balnéaire, à l'instar de toutes les autres, apporte son contingent au budget de l'État et contribue à enrichir la contrée où elle s'exerce. L'auteur d'un mémoire présenté à la Chambre de commerce de Clermont — le *Moniteur* a naguère analysé ce document — a eu l'idée de comparer cette industrie balnéaire à une industrie voisine, d'ailleurs des plus prospères, au point de vue d'abord de la quotité de l'impôt foncier payé depuis trente ans par les propriétés bâties dans les communes où siègent ces industries, ensuite de la valeur vénale des immeubles servant à leur exploitation, et il est arrivé à ce résultat que l'industrie balnéaire l'emporte de beaucoup sur l'autre. Elle est, suivant lui, l'une de celles qui mettent le plus d'argent en circulation et, à ce titre, elle est fondée à demander l'appui et les encouragements des pouvoirs publics. Le Congrès ne pouvait se désintéresser de cette partie économique. Les propriétaires, fermiers ou concessionnaires des établissements thermaux en ont compris l'importance et se sont réunis pour organiser une exposition que le bureau du Congrès inaugurera aujourd'hui mardi à une heure.

« Vous voyez, messieurs, dit en terminant l'orateur, quel vaste champ d'études est ouvert devant vous. Science, hygiène, santé publique, fortune nationale, les questions que vous avez à examiner en commun et à discuter touchent aux plus grands intérêts. Travaillons donc, unissons tous nos efforts pour que le Congrès de Clermont fasse œuvre utile et transmette à ses successeurs, après l'avoir enrichi, le dépôt qu'il a reçu de ses devanciers. »

M. le professeur Proust, inspecteur général des services sanitaires, membre de l'Académie de médecine, prononce, après M. de Ranse, le discours d'ouverture du Congrès.

Après l'exposé des richesses minérales du département de Puy-de-Dôme, M. Proust s'occupe dans ce discours de ce qu'il appelle l'outillage thermal des stations étrangères et, s'appuyant sur ce que lui ont montré ses voyages en Russie, en Belgique, en Allemagne, en

Autriche-Hongrie et en Suisse, il expose les améliorations pratiques et les perfectionnements de confort qui pourraient être utilement offerts aux baigneurs et il aborde ensuite la question des voies et moyens. Il rappelle enfin les divers préceptes d'hygiène qu'il convient d'appliquer d'une manière plus stricte et plus complète qu'on ne le fait dans les stations thermales du département et insiste sur l'importance de l'absolue pureté de l'eau potable à offrir aux malades.

Successivement le préfet et le maire de Clermont adressent aux congressistes leurs souhaits de bienvenue.

Enfin M. le docteur Fredet, qui prend le dernier la parole, fait d'abord l'historique de l'organisation du Congrès actuel : décision du Congrès de Rome fixant Clermont comme siège du futur Congrès; démarches auprès des autorités locales; désignation d'un comité central; choix de M. de Ranse comme président et de M. Fredet comme secrétaire général; adjonction de la *Section de Géologie* aux sections d'hydrologie et de climatologie; proposition d'une série de questions se rapportant à chacune de ces trois branches et dont les rapports furent confiés à des hommes de talent et de bonne volonté; création d'un comité local à Clermont.

Après cette présentation, M. le docteur Fredet dit un mot de l'exposition thermale, qui a été organisée par M. Teillard, architecte de la ville de Clermont, et que les congressistes pourront visiter aujourd'hui et jours suivants, dans la salle du Poids-de-Ville. Il constate que le comité a toujours trouvé bon accueil auprès des autorités locales et adresse l'expression de sa gratitude au Conseil général, qui a voté une subvention de 1,000 francs en faveur du Congrès, à M. le préfet du Puy-de-Dôme, et à M. le maire de Clermont.

Après avoir regretté l'absence du ministre de l'intérieur, retenu à Paris à cause de l'arrivée prochaine du tsar, après avoir salué les savants délégués au Congrès par les gouvernements étrangers, M. le docteur Fredet indique l'ordre des travaux auxquels vont se livrer les congressistes et aussi des excursions qu'ils se promettent.

Sans aucun doute, dit-il, vous emporterez de votre visite dans nos stations thermales, qui se font coquettes en ce moment pour vous recevoir, un excellent souvenir, et vous tâcherez de leur être utiles en y dirigeant les malades justiciables de leurs eaux si renommées.

Sans doute votre présence, votre venue dans nos villes thermales vont consacrer leur réputation, mais qu'on se garde d'illusions dangereuses et décevantes. Je me rappelle, lors du Congrès si brillant de Biarritz, dans une station thermale du Midi dont nous traversions les rues pavoisées, au son des fanfares, des fifres et des tambourins, mon voisin,

le regretté docteur Fontan, me toucha du coude entre deux acclamations, et me glissa ces mots à l'oreille : « Entendez donc ces braves gens, quel enthousiasme! Ils sont certainement convaincus que nous allons faire leur fortune. »

Oui, sans doute, mes chers compatriotes, nous chercherons à faire votre fortune, à favoriser vos stations thermales, mais sachez-le bien, on est soi-même l'artisan de sa prospérité : ayez une station bien tenue, des hôtels et des maisons bien propres, donnez à nos malades une bonne et saine nourriture, observez avec soin les règles de cette science moderne qui est presque une vertu : l'hygiène; que, dans vos rapports avec les personnes qui viennent s'abriter sous votre toit et s'asseoir à votre table, vous apportiez les sentiments de délicatesse, d'honnêteté, de probité qui de tout temps ont été le caractère et l'apanage de notre race, et alors la Fortune vous sourira, elle vous accordera ses faveurs et nous serons les premiers à y contribuer et à y applaudir.

Enfin, après avoir dit un mot de l'excursion finale, de la visite aux gorges du Tarn, sous la conduite et les auspices du Club Cevenol, M. le docteur Fredet termine son discours, très intéressant et très applaudi, en souhaitant la bienvenue aux membres du Congrès et en manifestant l'espoir que leur visite sera utile et profitable à l'Auvergne.

A l'Académie.

La séance d'ouverture est levée après le discours de M. le docteur Fredet, et les congressistes se rendent au palais des Facultés, où doivent avoir lieu les séances de sections.

Mais, tout d'abord, ils se réunissent dans le grand amphithéâtre de la Faculté des lettres pour procéder à la nomination du bureau définitif.

En l'absence momentanée de M. de Ranse, c'est M. le docteur Cornil qui préside.

L'assemblée confirme par acclamation leurs fonctions à M. de Ranse et à M. le docteur Fredet.

Elle nomme ensuite :

Président d'honneur étranger, M. le docteur Berthenson, conseiller d'État actuel, délégué officiel du gouvernement russe.

Vice-présidents nationaux : MM. Linder, inspecteur général des mines, président de la Société géologique de France; Angot, météorologiste titulaire au bureau central météorologique, et Garrigou, professeur d'hydrologie à la Faculté de médecine de Toulouse;

Vice-présidents d'honneur étrangers : MM. le professeur Ludwig,

délégué de l'Autriche-Hongrie; le professeur Kuborn, délégué de la Société royale de médecine publique de Belgique, et Laurence Rotch, directeur de l'observatoire de Blue-Hill (États-Unis);

Secrétaire général-adjoint, M. le docteur Girod ;

Secrétaires : MM. les docteurs Schlemmer, Raymond Durand-Fardel, et M. Charles Bruyant, professeur suppléant à l'École de médecine de Clermont.

Chacune des sections se retire ensuite dans le local qui lui est assigné et procède à l'élection de son bureau particulier.

Sont nommés :

Section d'hydrologie. — Président, M. Cazaux (Eaux-Bonnes); président d'honneur étranger, M. Jules Félix (Belgique); vice-présidents nationaux, MM. Ferras (Luchon) et Sénac-Lagrange (Cauterets); vice-présidents étrangers, MM. Rubino (Italie) et Pinilla (Espagne); secrétaires, MM. Chauvet (Royat), Heulz (La Bourboule), Morice (Néris) et Percepied (Mont-Dore).

Section de climatologie. — Président, M. Hurion, directeur de l'observatoire du Puy-de-Dôme ; président d'honneur étranger, M. Lancaster (Belgique); vice-présidents nationaux, MM. Plumandon et Piche; vice-présidents étrangers, MM. Angel Anguiano (Mexique), et Faralli (Italie); secrétaires, MM. le docteur Lobit (Biarritz), le docteur Gandy (Bagnères-de-Bigorre), William Francken (Pays-Bas), et de la Harpe (Suisse).

Section de géologie. — Président, M. le docteur Labat, ancien président de la Société d'hydrologie médicale de Paris; président d'honneur étranger, M. E. Tietze (Autriche-Hongrie); secrétaire, MM. Tardieu, de Marty, Gautier et Ramond.

La réception à l'hôtel de ville.

La séance du 28 septembre s'est terminée par une brillante réception à l'Hôtel de Ville, fête dont les assistants, reçus de la manière la plus aimable par le Maire, M. Lécuellé, ont emporté le meilleur souvenir.

Travaux du 29 septembre 1896.

ORDRE DU JOUR DU MARDI 29 SEPTEMBRE.

Le matin, séances de sections au palais des Facultés.

A 1 heure de l'après-midi, visite de l'Exposition thermale.

Après la visite, séances des sections au palais des Facultés.

Section d'hydrologie.

La section d'hydrologie a d'abord entendu un rapport de M. le Dr Max Durand-Fardel sur l'action dominante et la spécialisation des différentes eaux minérales au point de vue thérapeutique.

M. Durand-Fardel estime que la spécialisation doit être nettement déterminée.

Une autre question suivait naturellement celle de la cure thermale et du rôle respectif de la médication thermale et des médications accessoires. Elle a été traitée par M. le Dr Janicot avec une grande autorité. Le rapporteur a tracé le devoir du médecin d'eaux dans les différentes occasions et il a émis le vœu que dans chaque station il soit fait une étude spéciale sur ce qu'on doit entendre par « médication thermale et médications accessoires dans cette station ».

Cette idée a été approuvée par le Congrès.

Ces deux questions ont occupé la section d'hydrologie pendant la séance du matin.

A la séance du soir, elle a entendu un rapport de M. Linossier, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, sur l'action des eaux minérales sur la nutrition. M. Linossier posait immédiatement en principe que les eaux minérales sont essentiellement des médicaments de nutrition.

M. le Dr Labat a ensuite lu un rapport sur l'acide carbonique et les bicarbonates alcalins dans les eaux minérales et leur rôle thérapeutique.

Dans ce travail, M. le Dr Labat examine la manière dont l'acide carbonique est allié aux eaux minérales. Cet acide accompagne principalement les bicarbonates alcalins, mais il existe également dans quantité d'autres eaux et sa présence n'est pas subordonnée au type minéral.

En dehors des eaux alcalines, dont l'acide carbonique fait souvent partie intégrante, la présence de cet acide est due à un phénomène régional, qui réside dans la vulcanicité moderne ou ancienne de la région.

Quant à l'origine même de l'acide carbonique et des carbonates alcalins, c'est une question sans doute complexe et non encore résolue, mais M. le Dr Labat est tenté de croire à l'origine infragranitique.

Ensuite M. Bouloumié a fait l'étude critique de la législation des eaux minérales et de la police sanitaire dans les stations thermales.

M. Bouloumié a particulièrement appelé l'attention du Congrès sur la nécessité d'assurer l'assainissement des stations thermales et de faire

observer avec soin les principes de l'hygiène. Il a même proposé que, dans chaque station, il fût créé une commission sanitaire chargée de veiller aux besoins de la station.

Chacune de ces questions a donné lieu à de longues et intéressantes discussions.

Section de climatologie.

Le matin, au début de la séance, M. Hurion, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, a présenté un travail important sur la recherche des moyens propres à apprécier le degré de clarté et de coloration du ciel, et leur influence en hygiène.

M. Ruboni s'est plu à reconnaître que la question avait été parfaitement mise au point par le rapporteur.

On a discuté ensuite un rapport de M. de Valcourt sur le régime des vents dans des régions déterminées et leur influence sur l'état sanitaire, puis un rapport de M. Angot : des observations météorologiques, leur rôle dans l'étendue des climats.

A la séance du soir, deux rapports ont été lus, l'un de M. Plumandon sur les conditions d'entraînement des poussières dans l'atmosphère et l'influence de ces poussières sur la santé, l'autre de M. de la Harpe sur les climats d'altitude.

Le dernier a donné lieu à une discussion très longue et très intéressante parce qu'elle touche à une question toute d'actualité, celle des sanatoria.

A ce propos, M. le Dr Samuel Bernheim a donné quelques renseignements sur le sanatorium qui se construit en ce moment à Ardes et sur les conditions atmosphériques dans lesquelles il se trouve placé.

Section de géologie.

A la séance du matin, M. le Dr Girod a d'abord lu un rapport sur l'influence des tremblements de terre sur le régime des eaux minérales.

Ce rapport a donné lieu à des observations de M. le Dr Poskin qui, rappelant le travail sur ce même sujet de son éminent collègue M. Lancaster, a parlé à son tour du régime des eaux minérales de Belgique, et de l'influence des tremblements de terre de 1692 et de 1883 sur les sources de Spa et du tremblement de terre de Lisbonne (1755) sur les eaux thermales de Chaudfontaine.

Ensuite on a discuté un rapport de M. Bergeron, lu par M. Labat, sur les eaux chlorurées sodiques dans leurs relations avec les terrains lagunaires.

Dans ce travail, M. Bergeron montre que les relations entre les

sources chlorurées sodiques et la constitution géologique des régions où elle existe est évidente.

L'auteur examine d'abord dans quelles circonstances, le sel marin et tous les autres sels accessoires cristallisent dans la concentration naturelle de l'eau de mer.

L'évaporation totale ne se produit guère dans la nature, les lagunes restent le plus souvent en communication avec la mer, de sorte que les eaux salées continuent à entrer dans le bassin, tandis que les eaux-mères peuvent sortir. On sait que le sulfate de chaux, ou gypse, accompagne très souvent le sel marin.

C'est en passant à travers d'anciens dépôts semblables que les eaux se chargent de sel marin et suivant qu'elles traversent spécialement telle ou telle partie de l'amas, on trouve des groupements qui ont permis de diviser les eaux chlorurées sodiques en trois classes : les eaux chlorurées simples ; les eaux chlorosulfurées sodiques ; les eaux chlorobicarbonatées sodiques ; ces dernières sont les plus rares.

Pour terminer, M. Bergeron examine les couches de la chronologie géologique, qui renferment du sel marin.

Puis a été lu un rapport de M. de Launay sur l'origine de l'acide carbonique et des produits carburés dans les fumerolles et dans les eaux minérales.

Dans ce mémoire, M. de Launay revient sur la concordance existant entre les sources chargées d'acide carbonique et le vulcanisme. Pour l'auteur cette concordance est parfaitement démontrée et il est disposé à voir, dans tous les dégagements importants d'acide carbonique, l'union, à grande profondeur, du carbone interne avec l'oxygène externe, le carbone étant fourni par les carbures métalliques qui doivent former une portion importante du centre du globe terrestre, et l'oxygène étant fourni par la dissociation de l'eau d'infiltration à haute température, l'hydrogène mis en liberté, engendrant à son tour des hydrocarbures.

Évidemment on peut admettre d'autres manières de production d'acide carbonique et on en possède des exemples, mais l'action de l'eau sur les carbures métalliques constitue probablement le phénomène initial de la production de l'acide carbonique et ce processus continue à s'effectuer à l'époque actuelle.

Le soir, conférence des plus intéressantes du professeur Velain, de la Sorbonne, sur la géologie du plateau central.

Le professeur, après avoir indiqué à grands traits la division en deux parties de cette région, par la ligne Nord-Sud (Decazeville à

Decize), étudie surtout la partie Est, ou région des soulèvements volcaniques.

Ces soulèvements sont tous compris dans le triangle, limité au sud par les Causses, avec son sommet vers le Bourbonnais; ils comprennent les basaltes, trachytes et laves modernes du Cantal, du Puy-de-Dôme, du Velay, de l'Ardèche, du Forez. Ils ont comme cause première le soulèvement des Alpes, suivi de l'affaissement du plateau granitique central, qui se brisa parallèlement au soulèvement alpin; par les brisures passèrent les trachytes, les basaltes et les laves.

Deux vallées correspondent aux affaissements: la Limagne et la vallée de la Loire. Les eaux thermales sortent aux points de cassures. Les derniers forages fort intéressants de la plaine de la Limagne permettent de rectifier les connaissances jusqu'ici admises de la chaleur centrale: à 1,005 mètres de profondeur, la température a été de 79°, ce qui fait que les sources de Royat à 35° peuvent venir seulement de 400 mètres de profondeur. Le professeur Velain a été fort applaudi.

La composition du bureau de la section de géologie a été complétée au cours de cette séance; la voici complète:

Président: M. Michel Lévy, ingénieur en chef des mines, directeur du service de la carte.

Président d'honneur: M. Tietze, conseiller supérieur des mines et géologue en chef à l'institut géologique impérial et royal d'Autriche.

Vice-présidents nationaux: MM. de Launay, ingénieur en chef des mines, et docteur Labat, ancien président de la Société d'hydrologie médicale de Paris.

Vice-présidents: MM. Dewalque, professeur à l'Université de Liége, et Mendès Guerreira, ingénieur en chef de Lisbonne.

Secrétaires: MM. Paul Gautier, directeur du Musée Lecoq, collaborateur à la carte géologique; Ramond, assistant de géologie au Muséum; docteur Tardieu, médecin consultant au Mont-Dore; Demarty, directeur du comptoir géologique du Plateau central.

A l'Exposition thermale.

Ainsi que nous l'avions annoncé, les membres du Congrès sont allés dans l'après-midi, inaugurer l'Exposition thermale installée dans la salle de la Société Lyrique, place du Poids-de-Ville.

Cette Exposition est le corollaire heureux du Congrès d'hydrologie parce qu'elle permet de parcourir d'un coup d'œil toutes les stations thermales de la région.

Vichy, la reine des stations thermales de France, est représentée

par ses sources les plus renommées, la Grande-Grille et les Célestins, dont un grand nombre d'échantillons sont exposés. On y voit aussi un ensemble des produits de la station, les sels, qui, retirés de l'eau elle-même, permettent d'avoir partout les bienfaits de l'eau de Vichy, et les pastilles de toutes formes qui sont universellement répandues.

A côté, *Néris* offre un ensemble plus varié. L'eau, qui a fait ces cures remarquables que tout le monde connaît, occupe le premier rang; puis viennent les minéraux curieux autant que nombreux qu'on trouve autour de la station, des curiosités archéologiques d'un grand intérêt et des spécimens d'algues, appelées conferves, qui se développent dans l'eau de Néris. Ces conferves, qui vivent aux dépens des matières organiques que contient l'eau et qui par conséquent les absorbent, croissent avec une rapidité vraiment prodigieuse. A côté des spécimens conservés dans l'eau il y en a de desséchés; en ce moment, des études se poursuivent sur les conferves desséchées dans le but de savoir si on ne pourrait pas les employer dans la thérapeutique. L'Exposition comprend également une riche minéralisation recueillie dans les conduites de l'eau de la source et une réduction en bois de l'établissement thermal.

Châtelguyon a exposé ses eaux bien connues, avec les principaux sels qu'elles contiennent et une remarquable série de minéraux et de curiosités archéologiques provenant de la région.

Royat n'a qu'une exposition assez restreinte, mais cependant instructive; ce sont les sels que contiennent les eaux des différentes sources, les plans de l'Établissement thermal et des minéraux intéressants.

L'exposition du *Mont-Dore* est une des mieux réussies; disposée avec beaucoup de goût, elle montre admirablement ce qu'est la station. Les différentes sources sont représentées par les bouteilles et des photographies montrent l'établissement à l'intérieur et à l'extérieur. On y remarque notamment un curieux effet des eaux du Mont-Dore : ce sont des verres qui sont attaqués par le fluor que contient l'eau; dès la première fois que le verre est mis dans l'eau, il est attaqué. La présence du fluor explique précisément le merveilleux effet des eaux du Mont-Dore, notamment dans la phtisie.

La *Bourboule* est également en bonne place avec des bouteilles d'eau, des plans, des photographies. Cette exposition est aussi originale et intéressante.

Saint-Nectaire-le-Haut et *Saint-Nectaire-le-Bas* occupent un vaste emplacement avec des vues, des bouteilles et une riche collection géologique. Saint-Nectaire-le-Haut a envoyé une énorme stalactite prove-

nant de la grotte du Mont-Cornadore. Saint-Nectaire-le-Bas a exposé une carte géologique de la station.

Sainte-Marguerite a exposé des échantillons de la source Héron, de la source de Valois et de la source de la Chapelle.

Montrond, dans la Loire, a envoyé des eaux de la source du Geyser, et la source Grassion, de *Clermont*, est représentée par quelques bouteilles.

Un des congressistes, M. le docteur Brouillard, avait, pour la visite du congrès seulement, exposé un ingénieux appareil de massage pneumatique.

Le *sanatorium d'Ardes* occupe une place importante. On y voit plusieurs réductions en bois, dont une démontable, qui montre toute la disposition intérieure. M. Fonlupt, l'artiste clermontois bien connu, qui est chargé de la peinture dans cet important établissement, a peint quelques paysages sur les cloisons de bois pour donner une idée de l'aspect intérieur, qui sera vraiment magnifique. Un plan en relief des environs montre également ce que sera cet établissement dans son ensemble.

A signaler aussi la vitrine du *comptoir géologique et minéralogique du plateau central*, dirigé par M. Demarty. Cette vitrine renferme une collection remarquable des minéraux d'Auvergne, comprenant environ 150 échantillons choisis de quartz divers, d'amphiboles, de péridots, de produits thermaux et de minéraux métalliques ; une collection de minéraux les plus typiques de l'Auvergne et du monde entier ; enfin une collection de roches et minéraux d'Auvergne contenue dans trois cuvettes renfermées dans un joli coffret. C'est la même collection qui a été distribuée aux écoles du département. A remarquer aussi une série d'objets en améthyste véritable d'Auvergne, qu'il ne faut pas confondre avec les imitations qu'on a l'habitude de vendre comme pierres d'Auvergne. Les mines d'améthyste sont la propriété de M. Demarty.

Au cours de la visite, les docteurs : M. de Ranse pour Néris, M. Fredet pour Royat et M. Tardieu pour le Mont-Dore, ont donné à leurs collègues des explications sur les expositions respectives de ces stations. Ils ont fait ressortir surtout les analyses des eaux et l'étude de leurs dépôts dont quelques beaux échantillons étaient exposés.

M. de Ranse, au nom du comité d'organisation, a ensuite adressé des remerciements à M. Teillard, architecte de la ville de Clermont, qui avait bien voulu se charger de l'installation de l'exposition et aux exposants qui y ont participé.

Les congressistes se sont retirés ensuite pour aller reprendre leurs travaux.

PROGRAMME DES TRAVAUX DU 30 SEPTEMBRE

A huit heures et demie précises, rendez-vous à l'établissement thermal de Royat : conférence, visite à l'établissement thermal et aux sources.

A dix heures et demie précises, déjeuner offert par la Compagnie thermale et le Syndicat d'intérêt local de Royat.

A midi, départ pour le Puy-de-Dôme.

Sur le sommet du Puy-de-Dôme conférence par M. le docteur Hurion.

Retour à Clermont vers sept heures.

A Royat.

La coquette station thermale de Royat a reçu dans la matinée les membres du Congrès international d'hydrologie. Coquette, elle l'est toujours, la jolie voisine de Clermont ; mais, pour la circonstance, elle s'était dépassée elle-même : ce n'étaient partout que drapeaux claquant au vent, guirlandes et arcs-de-triomphe.

A 8 heures et demie, les congressistes se réunissaient à l'Établissement thermal et assistaient d'abord à une conférence faite par M. le docteur Chauvet, président de la Société médicale de Royat.

L'honorable docteur a exposé à ses collègues ce que sont les eaux de Royat et leurs résultats dans les divers traitements. Avec une grande autorité et une remarquable précision, il a fait l'historique des sources qui ont été connues des Romains, il a défini la nature des eaux et a expliqué comment elles devaient être employées. Son auditoire l'a écouté avec beaucoup d'intérêt.

Sans doute l'efficacité des eaux de Royat est connue depuis longtemps, mais à l'occasion du Congrès qui siège à Clermont, il était bon que cette efficacité fût affirmée une fois de plus, et que les docteurs étrangers présents fussent fixés sur la valeur curative de l'eau de Royat. La démonstration était facile, surtout pour un praticien comme M. Chauvet, et elle avait son importance. Puisse-t-il en résulter un nouvel essor pour la station !

Après la conférence, les congressistes ont visité l'établissement thermal dans toutes ses parties ; ils étaient pour cela divisés en plusieurs groupes, chaque groupe étant accompagné d'un obligeant cicerone leur expliquant en détail tout ce qu'il y avait d'intéressant.

Les congressistes ont ainsi parcouru l'établissement en entier, puis ils ont visité les sources et ils ont pu se convaincre que l'établissement thermal ne le cédait à aucun autre sous le rapport du confortable, des améliorations nouvelles et même des nouvelles méthodes scientifiques

On a fait voir aussi aux excursionnistes les piscines romaines, classées comme monument historique, mais qui sont malheureusement si mal entretenues qu'elles sont appelées à disparaître sous la végétation et les curiosités archéologiques qui furent retrouvées dans le parc même de l'établissement thermal.

Après le déjeuner offert par la Compagnie et le Syndicat d'intérêt local de Royat, une belle et pittoresque excursion en voitures au Puy-de-Dôme, a été offerte aux Congressistes et a agréablement rempli l'après-midi du 30 septembre.

PROGRAMME DES TRAVAUX DU 1er OCTOBRE.

A 9 heures et à 2 heures, séances de sections.

A 5 heures, conférence d'hydrologie dans le grand amphithéâtre de la Faculté par M. le docteur Labat.

A 7 heures et demie, banquet offert par le Congrès à ses membres honoraires.

Section d'hydrologie.

La section d'hydrologie s'est occupée de deux questions importantes, celle du captage des eaux minérales et celle de la stérilisation et de l'embouteillage des eaux minérales transportées.

La première de ces questions a été traitée par M. *Laurans*, Ingénieur des Mines. Les cas qui peuvent se présenter sont complexes, mais ils peuvent se ramener à quatre types principaux qui sont :

a. Captage dans des roches dures à peu de distance de la surface du sol.

b. Captage dans des roches dures à grande distance de la surface du sol.

c. Captage dans des roches tendres à peu de distance de la surface du sol.

d. Captage dans des roches tendres ou dures à très grande distance de la surface du sol.

Dans le mémoire de M. Laurans, ces différents cas sont étudiés et de nombreux exemples sont cités.

La question de l'embouteillage faisait l'objet d'un rapport de M. *Huguet*, qui proposait pour le commerce des eaux minérales deux solutions : le commerce libre, sans contrôle officiel, ou le commerce soumis à l'autorisation, à la surveillance et au contrôle de l'État.

Le Congrès s'est prononcé pour le commerce libre, mais il a exprimé l'avis que l'embouteillage, dans l'intérêt de la santé publique,

devait être soumis à un règlement ou à une loi qui prescrirait les meilleures méthodes et les plus sûres garanties d'antisepsie.

M. Huguet indiquait, du reste, les moyens à employer pour livrer au commerce une eau absolument indemne.

D'après lui, le plus sûr moyen d'éviter la contamination des eaux consiste :

1° Dans un bon captage ;

2° Dans la préservation du contact de l'air.

Et il indiquait de quelle manière devait s'opérer l'embouteillage.

Une autre question se rattachait à celle-ci, celle des droits d'octroi auxquels sont soumises les eaux minérales.

La section d'hydrologie s'est livrée là-dessus à une longue et intéressante discussion.

Elle a reconnu d'abord que les eaux minérales ne sont pas des eaux thérapeutiques, mais elle a admis qu'elles sont des eaux médicamenteuses et hygiéniques et que, par suite, elles devaient être délivrées du droit d'octroi, ce qui se fait dans certaines villes ; il y a d'autres villes, au contraire, qui font payer des droits énormes aux eaux minérales, Saint-Etienne, par exemple, qui perçoit 70,000 francs par an sur les eaux minérales.

Le Congrès a donc émis le vœu que la nouvelle loi concernant les boissons hygiéniques comprenne, parmi celles qui doivent entrer en franchise, les eaux minérales.

Le Congrès a été unanime à émettre ce vœu.

Section de climatologie

La section est d'abord revenue sur le rapport de M. le docteur de Valcourt, de Cannes, concernant le régime des vents dans des régions déterminées et leur influence sur l'état sanitaire.

Ce rapport a été très apprécié.

Un autre a été non moins goûté, c'est celui de M. Plumandon sur les conditions d'entraînement des poussières dans l'atmosphère et leur influence sur la santé.

Le rapport de M. Plumandon est une étude des plus remarquables, ayant demandé un travail énorme et pour lequel M. Plumandon a reçu les plus vives félicitations des membres du Congrès.

M. Plumandon qui, comme on sait, est météorologiste à l'Observatoire du Puy-de-Dôme, a admirablement exposé la nature des poussières qui parcourent l'atmosphère et montré leur influence toxique, surtout celle des poussières industrielles, sur la santé.

A ce propos, M. de Valcourt a présenté des observations intéressantes sur la chute des poussières au coucher du soleil, chute qui est provoquée par la diminution du rayonnement solaire et les inconvénients qu'il y aurait pour les malades à rester dehors à ce moment-là.

M. le docteur Kuborn, de Belgique, a également parlé de la production des gaz des cheminées d'usines qui, eux aussi, ont une influence pernicieuse sur la santé.

En somme, le but du rapport de M. Plumandon qui était d'attirer l'attention sur ce sujet a été pleinement atteint et on aura désormais à se préoccuper des poussières atmosphériques dans l'application des principes de l'hygiène.

Ces discussions climatologiques ont amené la section qui se tenait, comme on sait, dans des régions élevées, à parler de la visibilité du Mont-Blanc du haut du Puy-de-Dôme.

Un des membres du Congrès, M. Alluard, a mis en doute cette visibilité et a émis l'opinion qu'elle ne sera démontrée que lorsque des signaux auront été échangés entre les deux points.

M. Plumandon qui, précisément, a le premier vu le Mont-Blanc du haut du Puy-de-Dôme, a démontré qu'il n'y avait pas d'erreur et a rappelé que, d'autre part, M. Jansen avait déclaré que du haut du Mont-Blanc il avait reconnu le Puy-de-Dôme.

La section a entièrement partagé son avis.

Section de géologie

Les travaux de la section de géologie ont présenté une réelle importance. Le matin, M. de Launay et le docteur Tardieu ; le soir, M. *Tietze*, ingénieur en chef des mines d'Autriche, et le docteur *Girod*, professeur à la Faculté de Clermont, ont traité chacun des questions d'un haut intérêt scientifique.

Le matin, M. *de Launay* a abordé l'étude de la quatrième question du programme dans une note intitulée : *Des eaux artésiennes profondes dans leurs relations avec certaines sources minérales.*

Dans cette étude, l'auteur rappelle la théorie, encore actuellement soutenue par quelques savants, d'après laquelle les sources thermales émanent directement de la profondeur de l'écorce terrestre par une sorte d'expulsion des éléments aqueux et salins au moment de la consolidation.

Il est toutefois impossible de soutenir cette théorie dans une grande quantité de cas et, depuis longtemps, Élie de Beaumont et Daubrée l'ont démontré.

L'origine superficielle de la grande majorité des eaux thermales est évidente ; elle se produit, par l'infiltration à grande profondeur, d'eaux superficielles qui, ainsi, s'échauffent et se minéralisent, après quoi elles remontent à la surface du sol par d'autres fissures en vertu de la pression hydrostatique et de la température.

Les conclusions de M. de Launay sont généralement adoptées par le Congrès.

Ensuite, le docteur Tardieu a traité l'étude des nouvelles sources du Mont-Dore. Rappelant la belle conférence que M. Velain, professeur à la Sorbonne, avait faite la veille, dans la section de géologie, le docteur Tardieu a démontré que les sources thermales du Mont-Dore prenaient leur origine dans les fissures d'un dycke trachytique, datant de l'époque du terrain pliocène moyen. Les sources nouvelles ont la même composition que les anciennes, d'après le docteur Labat, et l'on peut très bien leur appliquer la théorie de M. de Launay sur les puits artésiens. La température moyenne (45° à 47°) de ces eaux permet d'admettre qu'elles ne viennent pas de plus de mille mètres de profondeur.

Le docteur Tardieu a parlé du dépôt fort intéressant de ces eaux thermales ; il a fait voir comment les fissures de dycke trachytique se croisaient au niveau des sources Magdeleine et Bardon, et il a terminé en donnant rendez-vous aux congressistes au Mont-Dore, où l'administration de l'Établissement thermal leur prépare un accueil empressé.

M. Tietze, ingénieur en chef des mines d'Autriche, s'exprimant d'une manière fort claire en français, a fait, le soir, une conférence d'un haut intérêt.

Il s'agissait d'exposer à grands traits la géologie de la Bohême, de l'Autriche et de la Hongrie au point de vue des eaux thermales et même du pétrole.

Le savant ingénieur a démontré que les eaux thermales de l'empire d'Autriche, se trouvaient, soit en Bohême, soit en Autriche, soit dans la région du lac Balaton, dans des terrains analogues. Elles se trouvent dans le voisinage des éruptions volcaniques. Il fait, en passant, ressortir l'analogie complète qui existe entre l'Auvergne et certaines parties de la Bohême. Enfin il parle des pétroles de la Galicie et donne de savantes explications sur les terrains où se trouve le pétrole. Ceux qui dans la région de l'Auvergne cherchent le pétrole, auraient pu entendre la conférence du savant ingénieur avec le plus grand profit. De vifs applaudissements ont salué cette conférence.

Après M. Tietze, le professeur Girod a parlé des époques glaciaires de l'Auvergne. M. Girod a commencé par exposer la discussion du terrain de Perrier et la controverse non encore terminée à ce sujet. Puis,

abordant les détails fort intéressants du Quaternaire en Auvergne, il a savamment étudié les diverses époques glaciaires du Quaternaire et les fossiles concomitants de cette époque. Il s'est enfin étendu longuement sur ses propres découvertes aux Eyzies (Dordogne) et sous les coulées de Gravenoire. Les ossements humains trouvés par lui, sous la coulée de Gravenoire, appartiennent à l'époque quaternaire. L'homme a vu les volcans en éruption, alors que l'*Elephas primigenius* peuplait le voisinage du lac de Sarliève. L'orateur, en terminant sa conférence, a fait espérer à ses auditeurs une prochaine publication sur ce sujet.

En résumé, la section de géologie discute les questions les plus intéressantes, dont la publication contribuera certainement au succès du Congrès.

La conférence de M. Labat.

Après les séances des sections, M. Labat a fait une conférence dans le grand amphithéâtre de la Faculté.

L'éminent hydrologiste, dans une causerie charmante, a fait l'historique non seulement de cette science, mais des bains eux-mêmes.

Il a rappelé comment l'usage des bains avait passé de l'Orient chez les Romains, qui l'avaient répandu dans tous les pays soumis à leur domination; puis, comment cet usage s'était perdu pour revenir encore, grâce aux Orientaux qui l'avaient conservé après la chute de l'empire romain.

Mais il a montré que la science de l'hydrologie elle-même n'avait rien à voir avec les bains, tels que les entendaient les Romains. Ce n'est que vers le XVe siècle que l'on commença à reconnaître la valeur des sources et leur influence sur la santé.

Bientôt on fit les analyses des eaux et on eut alors le moyen de juger de la valeur de chacune.

M. Labat a exposé ensuite où en était actuellement l'hydrologie. Mais, a-t-il ajouté, « ce n'est pas le moment de l'arrêter, de négliger le dépôt qui nous est confié. Ne laissez à aucun autre le soin de défendre nos sources et d'en connaître la valeur ».

Cette conférence a été très applaudie.

Le soir un banquet empreint de la plus grande cordialité est offert aux membres honoraires du Congrès.

Programme des travaux du 2 octobre.

A 9 heures, séances de sections.

A 2 heures, séance de clôture du Congrès, dans le grand amphithéâtre de la Faculté.

Après cette séance, visite aux fontaines de Saint-Allyre.

Demain, à 8 heures 15, départ pour Vichy par train spécial.

Les trois sections du Congrès ont terminé leurs travaux dans la réunion du matin.

Chacune de ces sections a notamment préparé les vœux qui devaient être votés à la séance de clôture.

A la section de climatologie, M. le docteur *Lobit*, de Biarritz, chargé de cette communication par l'Association météorologique du sud-ouest, a donné lecture d'une note sur l'organisation de cette société et a communiqué le relevé de 18 mois d'observations météorologiques à l'observatoire de la Tour Moncane et à Orthez.

La veille, M. le docteur *Lobit* avait déjà donné lecture d'un travail intitulé « Biarritz station d'hiver », note climatologique et démographique sur Biarritz. Il s'est attaché à démontrer que le facteur du climat le plus important, la température, permet de classer Biarritz parmi les stations hivernales, ce que l'on ne sait pas assez en France. Il a fait remarquer, en effet, que la moyenne thermométrique, pendant les sept derniers hivers a été de 7° 8, que la mortalité à Biarritz est très faible et qu'un grand nombre d'états morbides ou simplement suspects peuvent y être traités avantageusement en hiver.

A la séance d'hier matin, M. le docteur *Kuborn* a également donné connaissance de l'installation si importante du service de météorologie et de démographie en Belgique. L'association compte plus de 1,500 adhérents.

A la section de géologie, on a entendu une note M. *Gautier* sur les pétroles de la Limagne. Les premiers résultats de cette découverte paraissent très brillants ; mais ici, c'est ce qui ressort de la discussion, la science se trouve un peu en défaut, et il faut attendre l'avenir avant de se prononcer.

La séance de clôture.

A 2 heures, les trois sections se sont réunies dans le grand amphithéâtre de la Faculté pour la séance de clôture, sous la présidence de M. *de Ranse*.

La séance a été ouverte par la lecture du procès-verbal de la séance d'ouverture faite par M. Schlemmer.

On s'est ensuite occupé des différents vœux proposés.

Le premier de ces vœux demandait la création d'un cours d'hydrologie à l'École de médecine de Clermont.

M. Kuborn, M. Fredet et M. Micé, recteur de l'Académie, l'ont tour à tour appuyé.

M. Tardieu a demandé ensuite, avec juste raison, que quand la création serait décidée, la fonction fût mise au concours.

Plusieurs autres orateurs ont pris la parole sur cette même question en faisant remarquer notamment que c'était un essai de décentralisation qui ne pouvait qu'être encouragé.

Finalement le vœu a été adopté presque à l'unanimité.

Une proposition touchant à la réglementation intérieure du Congrès a été renvoyée ensuite au bureau, puis on a émis les vœux suivants :

Que la législation des sources soit modifiée et codifiée et que la protection des sources ne soit pas déterminée seulement par une décision administrative et suivant une règle constante, mais à la suite d'une enquête approfondie de la nature du terrain et que l'on accorde à chaque nouvelle source tout le périmètre de protection nécessaire, fût-il même de plusieurs kilomètres ;

Que la captation et l'embouteillage des eaux soient soumis à des règlements ;

Qu'un poste météorologique soit établi dans le jardin de chaque établissement thermal ;

Qu'il soit créé une réunion des météorologistes du plateau central, semblable à l'association du sud-est ;

Que les eaux françaises et étrangères soient mises sur le même pied ;

Le Congrès s'est occupé ensuite du siège du prochain Congrès.

Une proposition a été faite tout d'abord. M. Bouloumié a demandé que le prochain Congrès ait lieu en 1898 et non en 1899, pour qu'on puisse discuter alors si on ne devait pas en faire un autre en 1890, à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris.

Cette proposition a été acceptée.

Sur le choix du pays, la Belgique, l'Espagne et la Suisse avaient fait des offres. Après un discours de M. le Dr *Poskin*, délégué du gouvernement belge et de notre Société, apportant l'offre de l'*appui officiel* de la Belgique pour le prochain Congrès et un discours de M. Faralli délégué italien, appuyant la demande des délégués belges, le Congrès, considérant qu'il y avait en quelque sorte des engagements pris antérieurement, s'est prononcé pour la Belgique, et a chargé de son organisation les délégués belges au Congrès de Clermont-Ferrand.

M. le Dr Desguin, délégué, a vivement remercié le Congrès et lui a promis un accueil cordial et sympathique.

M. de Ranse, au nom des membres du bureau, a ensuite renouvelé ses remerciements aux congressistes et leur a donné rendez-vous en 1898.

A 3 heures 1/2, la séance a été levée et les congressistes sont allés visiter les fontaines de Saint-Allyre.

L'œuvre du Congrès est terminée. Les congressistes vont quitter Clermont-Ferrand pour aller voir les stations thermales de la région. La bonne impression qu'ils ont dû ressentir, ne fera que s'accroître et certes ils emporteront de l'Auvergne le meilleur souvenir.

Après le dépôt, en séance, de la communication précédente, envoyée par M. le Dr Poskin, M. le Secrétaire donne lecture de trois lettres envoyées par M. *de Munck* à la Société et relatives au tremblement de terre du 2 septembre 1896. Il est décidé qu'un *résumé* de ces lettres paraîtra au procès-verbal sous le titre suivant :

E. DE MUNCK. — **Considérations au sujet du tremblement de terre du 2 septembre 1896.** Le tremblement de terre qui a affecté diverses régions du nord de la France et de nombreux points du territoire belge, vers le milieu de la période des vacances de la Société, a attiré l'attention de notre collègue M. *Em. de Munck*, qui à trois reprises différentes au cours de la semaine qui suivit cet intéressant phénomène sismique, adressa à la Société, pour lui être communiquées à sa séance de rentrée, diverses considérations exposées sous forme de lettres et dont il est donné lecture en séance. Écrites en un moment où tous les renseignements n'avaient encore pu être réunis et synthétisés, comme ils l'ont été depuis, dans le Journal *Ciel et Terre* ainsi que dans l'intéressant article que notre collègue M. J. *Cornet* a publié dans le *Mouvement géographique*, les lettres de M. de Munck n'ont pu évidemment aborder la question à fond, comme l'ont fait les études précitées, qu'il a été possible de documenter à loisir. Comme ces articles de *Ciel et Terre* et du *Mouvement géographique*, de l'assentiment de l'assemblée, consultée à cet égard, figureront en annexe au procès-verbal de la dernière séance, il a paru suffisant, pour éviter tout double emploi, de résumer seulement les communications de M. de Munck, lues en séance par M. le Secrétaire.

M. *de Munck* rappelle tout d'abord l'enquête personnelle qu'il a tenté de faire, il y a 9 ans, lors de tremblements de terre ressentis dans le Hainaut, notamment dans la région minière d'Havré (1). L'impossibilité où il s'est trouvé à cette époque de mener à bien une enquête approfondie sur les causes du phénomène résulta de la difficulté d'obtenir les renseignements nécessaires que seuls les exploitants pouvaient donner et que M. de Munck, malgré son insistance, ne put obtenir. Faut-il y voir un indice que le tremblement de terre

(1) *Les tremblements de terre d'Havré (Hainaut)* par Ém. DE MUNCK. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. I, 1887; Mém., pp. 177-191, pl. VIII.)

d'Havré n'avait pas une cause tectonique, mais était plutôt la résultante mécanique de phénomènes de tassement dus, soit à l'exploitation et au déhouillement, soit à l'assèchement des nappes aquifères, cas qui s'est présenté, bien caractérisé dans un bassin houiller voisin des nôtres, en Allemagne, où ce phénomène a été parfaitement étudié.

M. de Munck regrette que, simple particulier, il n'ait eu le pouvoir de se faire communiquer ni par les Sociétés houillères, ni par le Corps des Mines les documents qui lui eussent été nécessaires. La question de l'origine du tremblement de terre d'Havré en 1887 est donc restée non résolue.

M. de Munck rappelle qu'à la suite de nouvelles oscillations du sol survenues dans le Hainaut le lendemain même des tremblements de terre qui se firent sentir dans la nuit du 15 au 16 avril 1895 (1) il revint sur la question mais sans parvenir à provoquer une discussion, qui ne pouvait s'établir faute de données fournies soit par nos exploitants, soit par l'Administration des Mines.

C'est à cette occasion, rappelle M. *de Munck*, que M. Van den Broeck proposa d'entreprendre une campagne en faveur de l'établissement d'instruments enregistreurs de phénomènes sismiques et microsismiques. Cet avis resta malheureusement sans écho et dans une circonstance comme celle qui agita le sol de la Flandre française et de la Belgique en septembre dernier, on ne peut que le regretter.

M. de Munck fournit ensuite dans sa première lettre l'extrait suivant d'un journal quotidien de Bruxelles, *l'Étoile belge* du 5 septembre, relatant le phénomène comme suit :

Le tremblement de terre dans le Nord de la France.

4 septembre 1896.

La secousse de mercredi soir a causé une émotion générale dans le Pas-de-Calais et dans le Nord et fait aujourd'hui l'objet de toutes les conversations. Partout, en somme, il y a eu, fort heureusement, plus de peur que de mal. La secousse a été vivement ressentie au nord d'Arras, mais à mesure qu'on se dirige vers le sud, elle a été de moins en moins forte.

C'est du côté nord que fut le centre de la secousse, laquelle s'étendit sur un périmètre qu'on peut approximativement limiter à huit kilomètres et autant au sud de la ligne d'Arras vers Douai.

Quant aux dégâts, ils sont, en somme, peu considérables.

Sur les bords de la Scarpe, la commotion a été très forte. Dans les communes riveraines de la rivière, on a ressenti distinctement trois secousses, l'une à neuf heures quinze environ ; — c'est celle qui a été ressentie dans les deux bassins, — l'autre à

(1) *Lettres sur les récents tremblements de terre ressentis dans le Hainaut* par Ém. de Munck. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. IX, 1895, pr.-verb., pp. 63-66.)

dix heures quinze, la troisième vers minuit, mais ces deux dernières ont été plus faibles.

Chose curieuse, tous les bateliers de la Scarpe ont ressenti violemment la commotion. Ils crurent que leurs bateaux coulaient.

Dans l'émotion causée par ce véritable tremblement de terre, les bruits les plus invraisemblables courent. On parle de graves accidents à la potasserie Lesage, à Rœux, ce qui est faux. On parle aussi d'une catastrophe de grisou à la nouvelle fosse de Drocourt, d'une vingtaine de maisons écroulées à Billy-Montigny ; mais rien n'est venu jusqu'ici confirmer ces bruits sinistres.

A Hénin-Liétard, à Lens, Liévin et Courrières, le phénomène a aussi été vivement ressenti. Vers neuf heures et demie, un bruit comme celui que produirait un fort coup de vent se faisait entendre dans les concessions minières de Lens, Liévin et Courrières. Puis, une forte secousse. Dans maintes habitations, les plafonds se sont écroulés, les meubles ont été renversés, la vaisselle jetée par terre et brisée, grand nombre de cheminées sont tombées.

A Avion, des maisons paraissent avoir été endommagées dans la cité de la Compagnie des chemins de fer du Nord.

Dans l'arrondissement de Béthune des commotions plus ou moins fortes ont été également ressenties.

Voici pour le nord du Pas-de-Calais. Vers le sud, à Bapaume, principalement, la secousse a été assez violente. La plupart des habitants, qui étaient couchés, se sont réveillés en sursaut et ont été pris de panique. Comme dans les localités situées au nord, beaucoup de vitres ont été brisées dans plusieurs maisons.

Dans le département du Nord, à Douai, il était 9 heures 20 environ lorsqu'une violente secousse, accompagnée et suivie d'un second grondement, a mis en émoi toute la ville. Les habitants quittèrent précipitamment leur demeure, croyant à un cataclysme, ou à une explosion. Cette secousse a été particulièrement violente dans la partie basse de la ville ; on l'a aussi ressentie à Esquerchin, Cuincy et dans d'autres villages limitrophes.

On ignore toujours la cause de ce tremblement de terre ; certains mouvements se sont souvent produits dans le voisinage des houillères, mais ils n'ont jamais été si considérables que cette fois.

L'existence d'un bassin houiller dans les régions éprouvées fait pencher M. de Munck vers une analogie de phénomènes avec ce qui s'est passé naguère à Havré, d'autant plus que les manifestations de la secousse et les impressions qu'elle a produites sont exactement les mêmes. Le problème de l'origine, resté une énigme à Havré, pourrait éventuellement être élucidé cette fois-ci, vu l'ampleur géographique plus grande du phénomène, qui a eu, on le sait, une forte répercussion dans nos régions. Ne pourrait-on par exemple demander, ajoute M. de Munck, à la *Société géologique du Nord* de s'unir à la *Société belge de géologie* pour étudier en commun cette captivante question de l'origine du phénomène?

Dans sa seconde lettre, datée du 6 septembre, M. *de Munck* signale, d'après les journaux, l'existence du phénomène en Belgique, où il

paraît avoir été ressenti en de multiples localités. L'auteur se demande si les régions minées par l'industrie du charbon et d'équilibre affaibli, qui s'étendent à la fois dans le Pas-de-Calais, dans le département du Nord et en Belgique, n'avaient pas simplement subi le contre-coup de troubles souterrains graves, perçus aussi en différents points du globe, ou bien si ce n'est pas la suite naturelle d'un ensemble de phénomènes sismiques constatés à l'étranger peu avant la date de la secousse franco-belge du 4 septembre dernier. C'est ainsi qu'on a pu lire dans divers quotidiens du 5 septembre le fait divers suivant :

Tremblement de terre en Islande

Un steamer arrivé à Stornoway rapporte qu'un fort tremblement de terre a été ressenti en Islande dans la nuit du 26 au 27 août ; le centre du phénomène était l'Hécla ; plusieurs fermes et deux églises sont détruites ; de nombreux bestiaux ont été tués. On ne signale pas d'accident de personne.

Le même jour l'*Étoile Belge* relatait la dépêche suivante :

Un tremblement de terre au Japon. — Un typhon.

Yokohama, 2 septembre 1896.

On annonce qu'un tremblement de terre s'est produit dans les provinces nord-est du Japon, le 31 août, au soir.

La ville de Rakugo a été totalement détruite.

D'autres villes ont beaucoup souffert. Il y a beaucoup de morts.

Le même jour un typhon a dévasté les provinces du sud et causé de graves dégâts.

A la suite de la lecture de cette lettre, M. *Van den Broeck* fait remarquer que ce n'est pas seulement dans les lointaines contrées du Japon que de violentes perturbations atmosphériques ont été constatées vers la même époque. Bien mieux, le même jour, le lundi 31 août, entre 9 heures du soir et 5 heures du matin, avec un maximum vers minuit, un ouragan, accompagné d'un orage d'une violence énorme a ravagé la région de Havré.

D'autres phénomènes pourraient encore être éventuellement tenus en vue comme étant des manifestations sporadiques de conditions spéciales de stabilité du terrain en relation avec les mouvements généraux microsismiques ? Telle est la chute brusque d'une « cloche » arrivée — ce doit être entre le 1 et le 3 septembre d'après les journaux du 4 qui ne précisent pas — au charbonnage de la Louvière. Le 4 septembre enfin, un éboulement de puits en construction à Ixelles a permis de croire, de même que l'accident précédent, que les premiers jours de

septembre ont dû amener des mouvements du sol, se décelant ainsi *en certains points faibles* ou *de moindre résistance* dus aux travaux humains. Ceux-ci deviennent ainsi l'origine et la cause secondaire mais *non initiale* d'accidents dont l'étude réclame assurément une part d'attention chez les spécialistes qu'intéressent ces mystérieux phénomènes des mouvements du sol terrestre.

On aura à tenir compte aussi de la curieuse manifestation orageuse qui a été constatée dans la nuit du 4 au 5 septembre, soit deux jours après la secousse. A Uccle même un nouvel orage a été observé le 5 septembre à 7 heures du matin.

M. *Van den Broeck* donne ensuite lecture de la note suivante, publiée par le Bulletin de l'Observatoire du 5 septembre : « TREMBLEMENT DE TERRE. — Une secousse bien marquée a été ressentie le 2 septembre, vers 9 heures du soir, dans une grande partie du pays, notamment au Sud et dans le Centre. — Aucun des appareils de l'Observatoire ne l'a enregistrée, mais elle a été perçue nettement à l'Établissement. Elle consistait en une forte trépidation, accompagnée d'un sourd roulement. »

Le Bulletin du 6 annonce que le tremblement a été ressenti également à Charleroi et à Courtrai (cette dernière localité ne figure pas dans l'énumération fournie par l'article de *Ciel et Terre,* que l'on a trouvé reproduit en annexe au Procès-Verbal de la derniére séance).

D'après la « Gazette » du 6 septembre, M. *Lancaster* a expliqué à un des confrères du journaliste publiant cet articulet, que si l'Observatoire n'a pas enregistré les secousses du tremblement de terre du 2 septembre c'est que ses instruments sont insuffisamment bien installés. M. Lancaster attribue, dit le même article, les secousses ressenties dans le nord de la France à des affaissements de terrains houillers ; celles ressenties en Belgique n'en seraient que la répercussion.

M. *Van den Broeck* donne lecture de l'articulet suivant de la *Réforme* du 5 septembre, qui fournit quelques détails et noms de localités non reproduits dans l'article *Ciel et Terre.* (Voir *ante*, p. 132).

Dans le Nord de la France.

A Arras, une sorte de rafale s'est abattue sur la région, tandis que le sol était secoué de l'ouest à l'est.

Des maisons ont été ébranlées, des plafonds sont tombés, les horloges se sont arrêtées, tout ce qu'il y avait de fragile à l'intérieur des habitations a été brisé.

Au milieu de la panique générale, les vieillards de l'hospice d'Arras ont été particulièrement épouvantés. On a eu de la peine à les rassurer.

La secousse s'est fait surtout sentir à Saint-Laurent, Blangy et Rœux. Elle a duré deux secondes.

Les causes sont inconnues. On ne remarquait rien d'anormal dans la température.

Quelques-uns parlaient d'une formidable explosion dans les environs, mais c'est peu probable. En tout cas, le pays ne paraît point sujet, à cause de sa configuration peu montagneuse, aux tremblements de terre.

C'est à Lille, faubourg Saint-Maurice, Loos, Raimbeaucourt, Monbeaux, Ostricourt, Auby, Leforest, Evin, Malmaison, Courcelles-lez-Lens, Roost-Warendin Arras, Vitry, Corbehem, Rœux, Douai, Lens, Liévin, Courrières, que les commotions les plus violentes ont été ressenties. *(Réforme,* 5 septembre 1896.)

Pour en revenir aux considérations émises par M. *De Munck*, il est donné lecture de sa première lettre, datée du 12 septembre et consacrée à l'exposé d'un questionnaire auquel répondent très exactement les divers articles scientifiques, avec données précises d'heures et de caractères du phénomène sismique, qui ont été reproduits en annexe au procès-verbal de la séance du 28 juillet.

M. *Van den Broeck* signale la présence d'ossements de Mammouth recueillis, sous 18 mètres de limon hesbayen et à la base de ce dépôt, soit dans le Quaternaire campinien, aux environs de Momalle. Non loin de Pousset, en Hesbaye également, on a rencontré d'autres fragments d'os de Mammouth.

Parmi les ossements que les exploitants lui ont remis récemment, provenant de la craie phosphatée qui, dans la Hesbaye, représente le niveau de la craie de Ciply, il y a des vertèbres de *Plésiosaures*, qu'il est intéressant de signaler à ce niveau.

La séance est levée à 11 heures.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Un effondrement produit par le sable boulant à Boux (Bohème),

par M. Klementitch de Engelmeyer,

d'après un article de *La Nature*, t. 24, I, 1 sem., n° 1198, 16 mai 1896, pp. 379-382, 3 fig.

... Mais d'abord, demandons-nous qu'est-ce que le sable boulant? C'est du quartz pur et fin, imprégné fortement d'eau et coulant presque aussi facilement qu'une eau boueuse. C'est un corps physique d'un caractère bien étrange que ce sable boulant! Contenu à l'intérieur des couches terrestres, il conserve à l'infini sa mobilité, prêt à s'écouler par un orifice naturel ou artificiel quelconque. En 1890 on creusait un puits artésien dans la ville de Schneidemühl, en Silésie (Prusse), quand tout à coup on rencontra, vers une profondeur d'une cinquantaine de mètres, un réservoir de sable boulant. Aussitôt on obtint la fontaine artésienne, mais on obtint aussi plus qu'on ne cherchait : le succès se changea en un sinistre. Qu'on se figure un lac souterrain dont

l'eau impure consistait en un mélange boulant d'eau et de sable ; ce lac supporte le poids des couches terrestres dont la pression s'évalue dans le cas ici mentionné à près de 10 atmosphères. Il est clair que l'équilibre est rompu aussitôt que le liquide trouve un écoulement. Et c'est bien ce qui a eu lieu à Schneidemühl ; une fontaine de sable liquide s'éleva à une hauteur considérable, en projetant les instruments de percement. Et en même temps qu'une inondation sablonneuse se répandait sur la surface du sol, celui-ci s'affaissait, se creusait et se crevassait sur l'étendue du lac souterrain, en entraînant avec lui les habitations qui le couvraient...

Mais voici ce qui constitue l'intérêt scientifique du fait : Tant que la masse est en mouvement et coule, elle conserve les qualités d'un liquide. Si un obstacle quelconque vient à l'arrêter pour un moment, ou même à ralentir sa course, la consistance de la masse change ; l'eau se dégage et le sable se dépose, en formant une couche tellement résistante, même étant humide, que pour l'enlever ultérieurement, il faudra employer la force mécanique ; quant à l'eau qui s'en dégage, elle coule librement sur son lit sablonneux. Prenons une certaine quantité de sable boulant desséché artificiellement, et essayons d'en refaire du sable boulant. Mettons-le dans une éprouvette et versons prudemment de l'eau dessus. Instantanément l'eau est absorbée et si l'on a mesuré le volume du sable, ou bien son poids, l'on verra qu'il engloutit une quantité d'eau voisine de 30 % en volume ou bien de 20 % en poids. Le reste se tient au-dessus de la couche de sable. Si l'on perce maintenant un petit trou dans le fond de l'éprouvette, on verra le sable conserver sa forme à la façon d'un bouchon. Il suit de cette expérience que l'on n'obtient pas ainsi de sable boulant. Pour y arriver, il faut renverser les conditions de l'expérience.

Prenons donc de l'eau dans une éprouvette et versons-y le sable sec en filet mince *tout en agitant l'éprouvette légèrement.* Alors on obtient ce *gruau* assez épais, mais coulant facilement, qu'on nomme le sable boulant. Pour que le mélange conserve sa mobilité, deux conditions sont nécessaires : 1° la quantité d'eau contenue ne doit pas descendre *au-dessous* de 21 % en poids environ ; 2° le tout doit être continuellement, quoique légèrement, *agité.*

Dès qu'on augmente la proportion de sable, ou bien qu'on interrompt l'agitation pour un instant, la masse s'affaisse tout en retenant 20 % d'eau, dont le surplus, s'il existe, monte au-dessus.

Les expériences décrites sont très décisives : mais si l'on veut en déduire l'explication pour la formation du sable boulant dans la nature, on rencontre des difficultés considérables, attendu qu'on est amené à supposer une agitation continue de la couche terrestre, dont l'immobilité est pourtant bien évidente (1). Quelques érudits,

(1) Ici le raisonnement de l'auteur pourrait bien être en défaut. Rien n'est plus inexact que l'idée ancienne, et si généralement répandue, de l'absolue stabilité du sol (à part les tremblements de terre, bien entendu). L'*agitation continuelle* du sol nous est au contraire révélée d'une manière frappante par les *appareils microsismiques* et les *pendules horizontaux*, et dans le cas présent, si l'on combine à ces trémulations insensibles et continues du sol, en tous pays, l'action ambulatoire des nappes aquifères elles-mêmes, on pourrait peut-être arriver à trouver dans ces facteurs réunis les éléments du *mouvement* continu nécessaire à la persistance de l'état particulier du *sable boulant.* On sait d'ailleurs que celui-ci, ISOLÉ de la nappe aquifère qui le contenait, et soustrait à l'action de l'eau souterraine en mouvement, devient — nos travaux publics en témoignent souvent — un excellent terrain stable et résistant. Mais l'isolement d'avec la masse initiale et avec l'eau de la nappe circulatoire doit être parfait. (Note de M. *E. Van den Broeck.*)

tels que *Joula Schröckenstein* et autres, veulent y voir un courant d'eau traversant la couche d'un bout à l'autre. Mais cette admission transforme seulement le problème sans le résoudre, parce qu'on ne sait pas pourquoi le sable ne s'échappe pas avec l'eau aux endroits où, forcément, l'eau sort de la couche, en s'engageant dans des canaux souterrains. La difficulté de répondre à cette dernière question augmente encore avec la considération que dans cette hypothèse on est forcé de recueillir une énorme quantité d'eau.

Le tout bien considéré, d'autres spécialistes, plus prudents, avouent qu'ils ne connaissent pas la genèse du sable boulant dans la nature.

Voilà assez de théorie. Voyons maintenant quel désastre le sable boulant peut produire :

Les dépôts de lignite de Bohême forment, le long de la frontière rectiligne nord-ouest, une bande d'âge tertiaire, exploitée surtout à Komotau, Brüx, Dux et Teplitz. Les couches de lignite forment tantôt des plans inclinés, tantôt des bassins en cuvette, en affleurements périphériques et dont les parties synclinales s'enfoncent à des centaines de mètres sous le sol. Des lits imperméables d'argile schisteuse, appelés « *letten* », enserrent les bancs ligniteux ; ce qui est favorable à l'exploitation, dont les galeries peuvent ainsi rester à sec.

Mais de cette disposition résultent également des bassins souterrains de « sables boulants » qui, par leur position au-dessus des galeries, constituent pour celles-ci de véritables épées de Damoclès, surtout en ce qui concerne les régions déjà exploitées et restées non étançonnées. Les crevasses résultant des pressions continues et croissantes, finissent parfois par être suffisantes pour pouvoir amener des torrents de sable boulant, comme ce fut le cas en 1895, à Boux.

A 10 heures du soir, le 19 juillet 1895, tout à coup le gaz s'éteignit dans la partie septentrionale de la ville, voisine de la gare. Bientôt le sol commença à s'affaisser en entraînant des maisons. Ces mouvements continuèrent jusqu'au 20, à 10 heures du matin. Pendant cette nuit terrible, les éléments conjurés en augmentèrent l'horreur. Tempêtes, averses, orages dont les éclairs illuminaient en vrais « instantanés » les scènes de désolation de la ville que le manque de gaz (par rupture des tuyaux) maintenait dans l'obscurité. Bref, un tableau terrifiant et une panique terrible compliqués par les cavités et crevasses boueuses qui s'ouvraient sous les pas des fuyards nocturnes...

Lorsqu'on examine le plan du quartier ainsi éprouvé, on constate que l'affaissement du sol progressa de l'est vers l'ouest, dans le même sens que le mouvement du sable, dont souterrainement 90,000 mètres cubes comblèrent les galeries d'exploitation de lignite, dont le point le plus rapproché est situé à 200 mètres (en distance horizontale) de la crevasse en dépression principale formée en ville. Des travaux d'exploration exécutés après la catastrophe, permirent de reconnaître et de délimiter la forme du réservoir de sable boulant, forme dont la symétrie quasi-circulaire n'est interrompue que par un golfe rentrant coïncidant avec l'accident topographique de la colline en phonolithe dite de Schlossberg, située au S.-W. de la ville. Les galeries d'exploitation ligniteuse entourant le site se trouvent à environ 100 mètres au-dessous du sol de la plaine et de l'agglomération. Le centre du réservoir lenticulaire du sable boulant, en coïncidence avec la dépression principale d'effondrement de la ville, montre une épaisseur du sable s'élevant à 19 mètres. Les bords de la dite lentille fournissent seulement une épaisseur de 1 mètre. La couche sableuse est fortement

inclinée de l'est (où elle existe à une dizaine de mètres au-dessous du sol) vers l'ouest, où elle descend à une profondeur de 40 mètres.

Quant à la manière dont s'est faite la communication de ce sable boulant de la partie lenticulaire du substratum de la ville jusqu'aux galeries, depuis longtemps abandonnées, qui ne commencent, comme il est dit plus haut, qu'à une centaine de mètres plus loin que le dernier effondrement constaté (coïncidant, semble-t-il, avec les limites du réservoir sableux) on n'a pu, malgré l'enquête, s'en rendre compte. Ce qui est certain, c'est que lors des forages, effectués plusieurs années auparavant, dans la région de la zone-limite, on n'avait nullement constaté la présence du sable boulant. On n'a pu déterminer non plus en quel endroit des galeries minières s'est produite l'intrusion initiale des sables. Ceci n'a pas empêché la Compagnie propriétaire des Mines d'indemniser la plupart des propriétaires des maisons écroulées, et cela immédiatement après la catastrophe.

SÉANCE MENSUELLE DU 24 NOVEMBRE 1896.

Présidence de **M. L. Dollo.**

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance.

Le *Cercle historique et archéologique de Gand* demande l'échange des publications. (Renvoyé au Bureau.)

L'*Institut géologique* de l'Université d'Upsal envoie un spécimen d'un Bulletin et demande l'échange des publications. *(Accepté.)*

M. *E. Van den Broeck* annonce que, ayant pu trouver l'occasion de se procurer la collection, devenue rare, des premières années de la revue météorologique *Ciel et Terre* dont la Société ne possède la série qu'à partir du volume 13, il est heureux d'offrir à la bibliothèque de la Société les douze premiers volumes de cette collection.

(Remerciements.)

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

2244 **Choffat (Paul).** *Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal.* Extr. in-8° 24 pages, 1 pl. Zurich 1896.

2245 **Lang (Otto).** *Ueber die Ursache der in letztergangenen Jahren zu Eisleben eingetretenen Bewegungen.* Extr. in-4°, 8 pages, Essen 1896, 2 exempl.

2246 **Urioste (Antero).** *El Servicio pluviometrico de la Sociedad meteorologica Uruguaya.* Extr. g^d in-8°, 21 pages, Montevideo, 1896.

2247 **Exposition internationale de Bruxelles 1897.** *Section d'hygiène. Classification générale; liste des desiderata et questions de Concours.* Br. 17 pages. Bruxelles, 1896.

980 **Ciel et Terre.** *Revue populaire d'Astronomie, de Metéorologie et de physique du Globe.* 1re à 12e année, 1881 à 1891. (Don de M. E. Van den Broeck.)

Communication du Bureau.

M. le *Président* demande à l'Assemblée si, en présence de la date prochaine du 17 février 1897, à laquelle la Société compte célébrer, en

Assemblée générale et aussi par des fêtes spéciales, le dixième anniversaire de sa fondation, il ne conviendrait pas de reculer jusqu'à cette même date l'*Assemblée générale* de fin d'année? Dès lors aura paru le quatrième et dernier fascicule du tome IX et le premier fascicule du tome X (1896); ce qui permettra de terminer dans de meilleures conditions qu'actuellement l'apurement des comptes. De plus, le procès-verbal de l'Assemblée générale de 1895, qui doit être approuvé par l'Assemblée générale de 1896, n'étant pas encore imprimé, ne pourrait recevoir cette sanction si l'Assemblée générale de 1896 avait lieu en décembre.

L'Assemblée consultée, accepte cette remise et décide qu'en décembre il y aura simplement une séance mensuelle de géologie. Toutefois le volume X du Bulletin de 1896 pourra contenir ceux des éléments de l'Assemblée générale à tenir en février, qui concerneront spécialement l'exercice 1896 : tels que le compte rendu de l'excursion annuelle, le budget et le règlement des comptes de l'année 1896, et enfin la partie du discours présidentiel qui résumera les travaux de cet exercice.

Présentation de nouveaux membres effectifs et associés.

Sont présentés et élus : 1° en qualité de membres effectifs (pour l'exercice 1897) :

MM. ERNEST GOBIET, Chimiste, à Fexhe-le-Haut-Clocher;
ROBERT GOLDSCHMIDT, Candidat en Sciences, 17, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.
LAFONTAINE (Bon MARCEL DE), Ingénieur des Arts et Manufactures et des Mines, au château de Houyoux-Bilstain, par Dolhain;
PAUL ROELOFS, Directeur-gérant des briqueteries Ter Elst, à Duffel, 3, rue des Tanneurs, à Anvers;
ERNEST STORMS, Ingénieur, Chef de service du Tram vicinal, à Schepdael.

2° en qualité de membres associés régnicoles :

MM. VALERY ISABEAU, Étudiant à l'Université de Bruxelles, 61, rue de la Tulipe, à Ixelles;
J. NOEVER, Étudiant, 86, boulevard du Hainaut, à Bruxelles.

Communications des membres.

G. JOTTRAND. — *Rapport sur le mémoire en néerlandais*, présenté par M. F.-E.-L. Veeren, sur l'hydrologie de *Winterswyck*.

Le travail communiqué par M. F.-E.-L. VEEREN, consiste principalement en un spécimen de carte hypsométrique, où les courbes de

niveau indiquent, pour une région déterminée, non point la surface du sol, mais la surface de la nappe phréatique; cette surface variant d'année en année suivant l'abondance variable des eaux météoriques, les courbes qui l'indiquent varient également et sont de couleurs différentes suivant l'année à laquelle elles se rapportent.

A la carte est jointe une note en langue allemande qui indique en détail les conditions géographiques et géologiques jusqu'ici peu connues de la localité où la carte a été levée et les moyens d'observations mis en œuvre pour l'établir.

Cette localité est le village de Winterswyck, situé dans la Gueldre, rive droite de l'Yssel, à 1 1/4 lieue de la frontière allemande. Un ruisseau, la Groenlosche Slinge, coupe le village en deux du S.-E. au N.-O. et va se déverser dans le Berkel, affluent de droite de l'Yssel.

Ce ruisseau a creusé son lit dans des sables perméables de 3 à 4 mètres d'épaisseur; aussi la partie supérieure de son cours en amont du village s'assèche-t-elle en été, mais on y retrouve l'eau à quelques décimètres de profondeur. Le sable est composé de fragments de quartz d'un quart de millimètre de diamètre.

Il parcourt une plaine légèrement ondulée, dont le point le plus élevé est à $36^{m}.77$ au-dessus du *zéro* d'Amsterdam et y suit une dépression peu sensible creusée déjà dans l'argile sableuse à galets sous-jacente; cette argile est une *moraine de fond*, d'une épaisseur de 3 à 10 mètres; elle est absolument imperméable, elle contient quelques lentilles sableuses, elle repose sur l'argile miocène où déjà également la dépression existe.

Le manteau de sable perméable est recouvert d'une couche arable de 60 centimètres à 1 mètre d'épaisseur; il constitue un niveau aquifère très abondant alimenté par les eaux météoriques venant de la surface.

Le lit du ruisseau fait l'office de canal de drainage pour cette couche aquifère.

La vitesse d'écoulement des eaux souterraines est faible : 3, 7 millimètres à 3, 8 millimètres par heure; elle varie suivant la saison et suivant la plénitude plus ou moins grande du ruisseau.

Les expériences de Darcy et autres ont montré que cette vitesse croît en raison directe de la hauteur de la couche faisant pression. Donc si l est la distance à parcourir, h, la hauteur faisant pression et k un coefficient variable suivant les matériaux à traverser $v = k \frac{h}{l}$.

Plus petits sont les éléments constituant la couche aquifère, plus lent est l'écoulement à cause de l'augmentation du frottement. Nous avons admis dans notre cas, dit M. Veeren, le coefficient 0,00025.

A l'un des puits étudiés la vitesse qui, au 30 novembre 1892 était de $3^{mm}.5$, n'était plus au 27 juin 1893 que $3^{mm}.3$.

Le niveau de la nappe est d'autant plus éloigné de la surface que les points considérés sont plus distants du ruisseau.

La vitesse de pénétration des eaux météoriques est variable ; quand celles-ci sont abondantes à la fonte des neiges par exemple, elle est, près du thalweg du ruisseau, de $1^{m}.49$ par heure.

Les observations sur le régime des eaux ont été faites avec soin pendant plus de deux années, au moyen de 35 puits domestiques existant sur les deux rives du ruisseau, de trois échelles graduées, à des ponceaux par lesquels les chemins du village franchissent le ruisseau, et de trois sondages ; les résultats détaillés en sont consignés dans de grands tableaux joints au mémoire.

Le seul fait nouveau qu'elles aient révélé est la VARIABILITÉ *dans la direction de l'écoulement de la nappe aquifère,* suivant l'abondance plus ou moins grande des eaux. La ligne de plus grande pente n'est pas fixe, ses directions peuvent faire des angles de 45 degrés, ce qui fait que des puits salubres à certaines saisons peuvent dans d'autres être contaminés par le cimetière et les fumiers du village.

Cette observation mérite d'être notée dans l'intérêt de l'hygiène.

Il n'y a pas lieu suivant nous de publier *in extenso* dans notre Bulletin, le travail de M. Veeren, et ce d'autant moins que les observations, qui vont de 1890 à 1893, ont déjà été publiées dans des recueils hollandais. Il en est de même de la carte, qui ne semble pas inédite.

Il suffit de résumer la note et d'indiquer les sources où l'on trouve la carte, qui est un bon spécimen de ce que l'on peut faire en ce genre; on y trouve également l'indication des procédés employés pour arriver à l'établir, ce qui est du domaine spécial de la science cartographique.

Voici les sources en question :

1 (Tijdschrift) *Bulletin de la Société royale de Géographie des Pays-Bas*, année 1891.

2 Deux rapports sur les travaux d'observations des eaux souterraines dans la commune de Winterswyck, poursuivis par F.-E.-L. Veeren *Ibid.*, années 1892 et 1893, avec une carte au 25.000e.

3 Essai d'une carte au 5.000e indiquant le cours des eaux souterraines. *Ibid.*, année 1893.

Les travaux commencés dans l'intérêt de l'alimentation de la station du chemin de fer de Gueldre-Overyssel, au S.-O. du village, ont été ensuite subsidiés dans l'intérêt pur de la Science par la Société de

Géographie d'Amsterdam et par l'Association des Naturalistes et Médecins de la Néerlande.

Les roches ramenées par les sondages ont été déterminées par M. Lorié, privat-docent à l'Université d'Utrecht, notre savant et zélé collègue.

Il est ensuite donné lecture du rapport de M. *Ad. Kemna*, qui est également d'avis que les tableaux de chiffres du mémoire présenté n'offrent qu'un intérêt purement local, que la planche, qui paraît d'ailleurs avoir déjà été publiée ailleurs, ne montre que l'application d'une méthode d'investigation souvent appliquée en Belgique et n'offrant aucun caractère de nouveauté. Dans son rapport, M. Kemna rappelle enfin, que la Société a décidé en principe de ne plus publier de travaux en *langues étrangères* et conclut à la publication d'un simple résumé du travail.

L'Assemblée, estimant que le rapport de M. Jottrand remplit ces conditions, en décide l'impression ; elle juge que la publication du mémoire de M. Veeren ne pourrait se faire que dans certaines conditions qui lui seront communiquées.

Plusieurs membres expriment le désir d'avoir quelques éclaircissements de l'auteur sur les procédés et formules employés par lui pour apprécier avec certitude la rapidité de translation des eaux souterraines dans un dépôt meuble. — Ces décisions et demandes seront communiquées à l'auteur du travail.

M. *Van den Broeck* fait la communication suivante :

COMPTE RENDU D'UNE VISITE PRÉLIMINAIRE

A LA

SOURCE THERMALE DE COMBLAIN-LA-TOUR

PAR

E. Van den Broeck.

Dans le procès-verbal de la séance du 10 avril 1889, se trouve une notice de notre collègue M. le Dr A. POSKIN (1) sur la source thermale de Comblain-la-Tour, village du canton de Ferrières (Liége); elle est située sur la rive gauche de l'Ourthe, à peu de distance de la série

(1) *Notice sur la source thermale de Comblain-la-Tour*, par le Dr A. POSKIN. — (Bull. Soc. belge de géologie, tome III, 1889, pr.-verb. des séances, pp. 200-201).

de superbes coupes géologiques que montrent les escarpements de cette pittoresque vallée.

La source est bien connue des habitants, mais lorsque M. le Dr Poskin nous a signalé son existence, elle n'avait pas encore fait l'objet d'études, ni même d'observations méthodiques. Le débit même de la source n'avait pas encore été jaugé. D'après ce que nous apprenait M. Poskin, la source, qui sourdait dans un petit bassin schisteux, coulait du nord au sud et allait se perdre dans un talus de la grande route bordant la rivière. Toutefois la source reparaissait à 6 ou 7 mètres en amont du pont de Comblain-la-Tour et se jetait dans l'Ourthe.

Les observations de M. Poskin relatives à la thermalité de cette eau ont été faites en hiver. La sensation de chaleur n'en était que mieux appréciable. La neige, abondante aux environs, faisait défaut sur une assez grande étendue autour de la source.

Dans ces parages, faisait observer M. Poskin, la végétation était assez avancée et même un pied d'*Helleborus fetidus* était fleuri. L'eau de la source nous était renseignée par notre collègue comme insipide, incolore, non gazeuse et peu minéralisée. Un têtard de grenouille nageait dans l'eau et y paraissait très à l'aise.

Un essai qualitatif sommaire de l'eau de la source, fait au laboratoire de l'Université de Liége par M. L. Grosjean, a montré que l'eau renferme peu de fer ; elle renferme de la chaux, de la magnésie et des sulfates. Par litre, elle laisse à l'évaporation un résidu de 0 gr. 29 et donne 0.24 de cendres alcalines.

Certains faits relatifs à la température avaient particulièrement frappé M. Poskin.

Le 24 février 1889, date de l'observation dont il a fait part à la Société, la température de l'air extérieur était de 3° C. et l'eau de l'Ourthe avait une température de 0°.5 C.

Mesurée avec soin, la température de la source a fourni 18°.5 C. et le mince filet observé ne pouvait agir sensiblement, paraissait-il, sur la température de la rivière en la région où se faisait ce minime apport. Or il se faisait que la température de l'Ourthe s'élevait subitement de 0°.5 C. à 12° C., soit de 12°, et cela sur une assez grande étendue.

Cette circonstance faisait supposer à M. Poskin que la source visible ne constituait qu'*un griffon de la source principale*, qui devait pouvoir fournir à la rivière un volume d'eaux thermales assez considérable pour justifier l'augmentation sensible de température constatée.

M. Poskin en concluait que la température du griffon adventif constatée en affleurement devait être inférieure à celle de l'apport principal et que par conséquent le captage souterrain s'adressant à celui-ci pouvait amener au jour des eaux bien plus chaudes encore.

M. le Dr *Félix*, après cette communication, partageait cette manière de voir, mais faisait remarquer que pour l'utilisation des sources thermales au point de vue médical un grand débit est indispensable. Des études devraient donc être faites en vue d'étudier la question à ce point de vue. Il ajoutait que la source de Comblain-la-Tour semble pouvoir être rangée parmi les sources *aminérales*, c'est-à-dire très peu minéralisées et par conséquent tout indiquées pour le traitement des affections nerveuses, de la goutte, des rhumatismes, etc. Pour des compatriotes auxquels des voyages lointains sont interdits, ces eaux pourraient peut-être faire concurrence à celles de Kissingen, Néris, Schwalbach, etc.

Une excursion fut, sur sa proposition, décidée, afin de s'enquérir de toutes les données du problème.

C'est cette excursion, qui après sept ans d'attente, causés surtout par les voyages à l'étranger de M. le Dr Poskin, a enfin eu lieu le 21 juin de cette année.

Malheureusement, plusieurs adhérents, sur le concours desquels nous avions compté, ont eu des empêchements au dernier moment.

Il nous eût fallu l'aide d'un spécialiste en matière de géologie primaire et le concours d'un chimiste disposé à faire diverses recherches et analyses.

Deux de nos confrères experts en géologie primaire qui nous avaient fait espérer leurs concours, n'ont pu venir et M. Klément, le consciencieux chimiste du Musée Royal d'Histoire naturelle, qui devait se charger de la partie chimique, se trouvait indisposé au moment du départ.

Afin de ne pas déranger inutilement M. le docteur *Poskin*, qui devait arriver de Spa, et M. *Grosjean*, qui devait nous rejoindre à Liége, les excursionnistes décidèrent de faire quand même la course projetée. Étaient présents : MM. les docteurs *Félix* et *Gilbert*, *Gust. Pierre*, *A. Rutot* et *E. Van den Broeck*, que rejoignirent en route MM. *Poskin* et *Grosjean*.

En l'absence d'études approfondies, j'ai hésité d'abord à présenter à la Société un compte rendu de cette excursion, qui demande à être refaite dans de meilleures conditions; si je me décide cependant à signaler les constatations déjà faites, c'est dans le but d'attirer de nouveau l'attention sur une source qui, rien ne défend de l'espérer, peut éventuellement devenir une cause de prospérité pour la région de Comblain-la-Tour.

Voici donc le résultat de nos constatations :

La source décrite en 1889 par M. Poskin est actuellement tarie.

Dans le creux artificiel, formé par l'accumulation de pierres disposées sans ciment, qui la contient actuellement, il n'y avait plus que 2 à 3 centimètres d'eau stagnante, dans laquelle on observait des mollusques fluviatiles operculés, à l'état vivant : *Bythinia tentaculata*, à coquille curieusement décortiquée, comme par l'acide carbonique des eaux. On y voyait s'y tortiller un *Gordius aquaticus* et nager des têtards de grenouilles. Cet aspect de la source n'avait certes rien d'engageant !

La température de l'air, mesurée par le thermomètre dont s'était muni M. Poskin, et suspendu à l'ombre contre le mur de l'hôtel où nous étions descendus à Comblain-la-Tour, était de 22° C.

La « source » m'a fourni avec un thermomètre étalon dont j'étais porteur, 17°9 : avec un autre instrument, également fort délicat, dont j'ai fait usage simultanément, j'ai obtenu 17°8.

On se souvient qu'en hiver, par une température extérieure de — 3° C., la source, alors vive, avait fourni à M. Poskin une température de 18°5. Nos trois thermomètres, installés à l'ombre au-dessus de la cavité, marquaient 19° ; la source était donc d'un degré moins chaude que l'air ambiant.

Des gens du pays nous renseignèrent qu'en décembre (pendant les gelées) on a eu à effectuer des travaux à la première pile du pont que traverse l'Ourthe à Comblain-la-Tour. Il est avéré que les ouvriers se réchauffaient dans l'eau qui, des rives, s'épandait dans la rivière, au fond des travaux. Cette eau était *abondante*, car, détail sur lequel je me permets d'insister, *deux pompes à vapeur* étaient nécessaires pour l'épuiser ! Les femmes du village venaient, non sans agrément, y laver leur linge.

En recherchant si le long des bords de l'Ourthe il n'y aurait pas d'afflux de la source thermale se faisant jour par les orifices des pierres non cimentées de la berge, nous n'avons pas tardé à en reconnaître de bien caractérisés, notamment à une trentaine de mètres en aval de l'emplacement du pont.

A la surface du petit courant de sortie assez rapide, l'eau thermale avait comme température 20°8, tandis qu'en plein courant dans ces parages l'Ourthe n'avait que 18°3.

Il est à remarquer que cette température d'environ 21° de l'eau de source est *plus du double* de ce qu'elle devrait avoir, dans des conditions d'eau de source ordinaire.

Remarquant que des bulles gazeuses s'élèvent parfois au-dessus de la surface de l'Ourthe à proximité du griffon thermal, et constatant que de légères secousses données au sol en augmentent le débit, nous

recueillons du gaz, qui pourrait éventuellement provenir de l'apport liquide fourni par la source.

M. S. Grosjean m'a appris depuis que ce gaz, dont nous n'avons malheureusement pu réunir qu'une petite quantité (à peine 60 c^3), ne paraît être autre chose que de l'air atmosphérique. Il s'est montré exempt d'acide sulfhydrique, ne brûlait pas, contenait très peu d'anhydride carbonique (à peine 1 %); il contenait environ 12 % d'oxygène et le reste ne paraissait être que de l'azote. Il n'y a donc aucune raison pour mettre ce gaz en rapport avec la venue thermale.

A une trentaine de mètres plus en aval, les bords tranquilles de la rivière ont donné à M. S. Grosjean des constatations thermiques faisant varier de 19°2 à 19°6 la température de l'eau examinée en lame peu épaisse, sur fond rocheux exposé au soleil.

Un nouveau griffon s'observe encore sous le massif même du pont. Plus loin, il y a un petit aqueduc amenant dans la rivière des eaux provenant du massif rocheux. Cet aqueduc passe sous la route. Son eau ne se trouble jamais, nous dit-on, même en temps d'orage et de pluies torrentielles.

C'est donc bien une eau souterraine qu'il amène à la rivière et non des eaux de ruissellement. Mes deux thermomètres de précision donnent tous deux 21° C., soit 2° en plus que l'air avoisinant l'ancienne source de M. Poskin et 3° en plus que les eaux stagnantes de celle-ci.

A quinze mètres plus loin en aval il y a encore un autre griffon se rendant à la rivière. La température notée est de 21°, puis de 21°2.

Nous constatons vers l'aval une énorme carrière dont les strates, absolument verticales, ont la même direction que celle suivie ici par l'axe du thalweg de la rivière. Cette disposition géologique, si elle persiste ici en sous-sol, doit singulièrement favoriser la venue des eaux internes profondes.

Dans l'après-midi, qu'un repas plein de cordialité sépara de ces constatations du matin, nous pûmes remarquer que le site par lui-même se montre favorable à l'installation d'une station thermale. Comblain-la-Tour et plus spécialement la côte d'où jaillissent les eaux à l'étude se trouvent dans un véritable cirque bien abrité. Un coteau boisé, dont on peut évaluer l'altitude à environ 70 mètres au-dessus de la rivière, domine la ligne d'amorce des sources dont il vient d'être question. Cette colline, orientée SW-NE, protège admirablement le site contre les vents néfastes du nord et de l'ouest. Le cirque protecteur s'abaisse et s'ouvre même largement dans la direction favorable du SE.

Examinée au point de vue de son altitude, la source primitive,

devenue affleurement stagnant, se montre précisément au même niveau que la rivière. C'est donc actuellement un simple trop plein, recevant les influences du courant fluvial aussi bien que celles de l'apport interne.

J'ai fait enlever les pierres du fond de la petite cavité et j'ai nettement constaté la présence et l'extension de ce niveau immobile d'affleurement. Aucun écoulement n'a pu être constaté dans ces parages de l'ancienne source.

Le propriétaire d'une petite maison blanche campée assez pittoresquement sur les contreforts inférieurs du massif rocheux qui borde la route, M. Chabot-Geelhard, nous a dit que c'est particulièrement en hiver que l'on s'aperçoit matériellement de la chaleur des sources qui, venant de l'intérieur du massif, se rendent à la rivière. La vapeur sort alors des talus, qui *fument partout* aux environs des *multiples déversements* dans la rivière.

Bien que l'étude géologique du site doive être faite par un spécialiste en terrains primaires, ce qui n'est pas le cas pour aucun des excursionnistes présents, j'ai cru utile, en attendant, de faire quelques observations préliminaires.

L'escarpement rocheux qui domine et surplombe, à quelques mètres près, l'ancienne source perdue, est formé de calcaire ayant une inclinaison d'environ 65°; il plonge dans une direction comprise entre le N et le NNW. La direction des couches est ici W.WSW — E.ENE.

Le calcaire paraît être une roche givetienne, d'un gris bleuâtre assez foncé, à grain fin et homogène. C'est un calcaire stratifié, parcouru par de nombreux limés spathiques. La roche montre de multiples surfaces corrodées par les phénomènes de dissolution, dus aux eaux météoriques et qui l'ont rendu caverneux par places et percé de zones de corrosion chimique, constituant, par le lacis de leur réseau, un dispositif circulatoire très généralement ouvert à l'infiltration des eaux météoriques et de ruissellement des pentes.

C'est là une cause éventuelle de mélange d'eaux, à écarter en cas d'utilisation des eaux thermales, des niveaux sous-jacents.

Des incrustations calcaires, de couleur crème et ocreuse, tapissent par places le calcaire, même sur ses surfaces d'abord corrodées, montrant qu'à une phase antérieure de corrosion a succédé un phénomène de concrétionnement dû à des eaux dissolvantes agissant autre part. D'après un examen qualitatif sommaire que M. Grosjean a bien voulu faire de ces concrétionnements, ils ont la même composition que les calcaires : du *calcium* en quantité, de faibles traces de *magnesium*, du *fer* et de l'*alumine* en quantité notable. La *silice* y est abondante;

il y a des *carbonates* en masse et à côté de cela des traces de *phosphates* et de *sulfates*.

Il n'y a donc pas lieu de rechercher des relations spéciales entre ces incrustations du calcaire corrodé et les eaux internes aminérales de l'apport thermal.

En longeant un peu, dans la direction du nord, en aval, le flanc du coteau, que parcourt un petit sentier escarpé, on voit bientôt des schistes, frasniens m'a-t-il paru, recouvrant le calcaire.

M. Poskin, dans sa note de 1889, avait signalé que la source de Comblain-la-Tour se trouve au contact du schiste *famennien* et du calcaire *frasnien* et est en rapport avec la faille qui existe entre ces deux terrains. Je n'ai rien pu observer qui justifie cette manière de voir. D'ailleurs M. Mourlon, ainsi que M. M. Lohest, considèrent les schistes de ces parages comme frasniens. Rien ne fait reconnaître ici les schistes famenniens et les schistes dans lesquels M. Poskin dit avoir vu taillée la cuvette de la source primitive observée par lui en 1889 doivent être frasniens, tout comme la masse calcaire surplombant l'escarpement décrit plus haut est givetienne (1). L'amas artificiel de pierres ajustées et superposées au fond duquel stagnait en juin de cette année ce qui fut en 1889 la source primitive de M. Poskin, n'a pas permis, malgré le déchaussement que j'ai fait exécuter de ce dispositif artificiel, de voir la roche en place.

Pendant que deux des excursionnistes s'adonnaient aux charmes du paysage, sous prétexe de fixer par la photographie les sites de la future station thermale, notre groupe, singulièrement réduit, d'explorateurs plus tenaces, a suivi en aval la route qui descend au nord, en longeant la rivière sur sa rive gauche.

Nous constatons d'abord un certain développement de schiste frasnien redressé en escarpement vertical.

En continuant à s'avancer vers le nord on aperçoit vers le sommet des escarpements, qui se relèvent sensiblement en collines abruptes, de vastes exploitations pour pavés, de la roche psammitique qui a succédé au schiste frasnien et au calcaire givetien. Nous sommes ici en plein Psammite du Condroz, ou Famennien supérieur. Quant aux *schistes* du Famennien inférieur, il n'est pas possible de les séparer des schistes frasniens.

Si, en réalité, des schistes manquaient dans la série, c'est alors que l'hypothèse d'une faille serait justifiée pour expliquer cette disparition,

(1) Il est à remarquer que dans la région il n'y a que de petites et même d'insignifiantes *lentilles* de calcaire frasnien.

mais elle ne coïnciderait nullement avec l'emplacement des venues thermales qui, suivant ce qu'il nous a semblé — et en admettant qu'elles sortent des schistes et non du calcaire givetien — viendraient du contact normal des schistes frasniens et du calcaire de Givet.

Avant d'arriver au grand tournant de la route en aval, qui s'observe au nord du pont de Comblain-la-Tour, nous contemplons avec intérêt sur la rive opposée de l'Ourthe (rive droite) de grandes et pittoresques exploitations de psammite redressé.

D'après M. *M. Mourlon*, qui a donné (Bull. Acad. des Sciences, t. 39, pl. I (1875), une coupe diagrammatique de la vallée de l'Ourthe passant par Comblain-la-Tour, on revoit successivement dans les parages que nous parcourons ici et qui s'étendent le long de la rivière, une série d'abord verticale ici et puis repliée en ondulations, formant sur le nord cinq plis successifs, se terminant dans la région d'Esneux, ses assises psammitiques successives d'*Esneux* (actuellement rattachée au Famennien inférieur) de *Souverain-Pré*, de *Montfort* et d'*Evieux*. L'intérieur de la partie centrale de ces plis psammitiques renferme, dans la région du nord, des lambeaux, corrélativement repliés avec le substratum, de calcaire carbonifère.

Mais cette série famennienne, redressée dans la région de Comblain-la-Tour, s'y montre assez amincie au contact avec le Frasnien, qui est la région d'affleurement des sources thermales.

Si l'on considère, au point de vue de l'origine probable de ces dernières eaux, la disposition géologique générale qui vient d'être esquissée, on reconnaîtra qu'il n'y a guère de probabilité en faveur d'une région d'amenée souterraine septentrionale. Il y a partout, dans ces parages en effet, à tenir compte du substratum schisteux et imperméable constitué par le Famennien inférieur, qui forme la base des plis et étalements psammitiques et n'est guère favorable à des venues internes. A Comblain-la-Tour même, les couches sont au contraire redressées, amincies. On trouve dans ces parages des calcaires givetiens et des schistes frasniens, dont les premiers se montrent, dans leur zone accessible à l'observation, affectés de très curieux phénomènes de corrosion chimique et d'évidements en canaux souterrains, constituant un facile moyen de communication aquifère avec les profondeurs du massif calcaire.

Ce serait donc *vers le sud* à mon avis plutôt que vers le nord que des *sondages* devraient être exécutés, si l'on voulait faire des recherches en profondeur pour augmenter le débit et la thermalité de la source étudiée.

Pour en revenir aux exploitations de la rive droite, on constate que

les bancs sont presque verticaux sur toute leur hauteur. Leur direction est E.-E.N.E —W-W.S.W., donc exactement la même que celle de l'affleurement du calcaire givetien qui domine la source primitive de M. Poskin. Il est à noter toutefois que la verticalité n'est pas absolue : il y a un léger plongement vers le N.-N.W., donc dans le même sens également que l'affleurement calcaire qui surplombe la source initialement décrite par M. Poskin.

Une maison blanche se détache nettement sur le fond de verdure du chemin un peu avant d'arriver au grand tournant nord de la rivière.

Le calcaire remplace ici les psammites. Sommes-nous ici dans la dernière assise du Famennien supérieur, c'est-à-dire dans l'assise de Comblain-au-Pont, qui renferme des alternances calcaires et est caractérisée par *Phacops granulata* et *Rhynchonella Gosseleti*, ou bien ce calcaire représente-t-il déjà la base du calcaire carbonifère qui remplit, nous l'avons signalé plus haut, les plis du psammite (1)?

Ce qu'il y a lieu de noter ici c'est qu'à ce tournant de route, qui coïncide avec l'apparition du calcaire, il y a une source très abondante. Elle est en réalité constituée par deux sources voisines, se raccordant, en temps de pluies torrentielles, à une chavée blocailleuse qui, nous dit un naturel du pays, fournit un volume d'eau suffisant pendant ses périodes de fonctionnement pour faire mouvoir deux moulins. Le point d'origine de cette troisième et formidable source temporaire du calcaire s'élève assez haut dans l'escarpement (à environ 22 mètres au-dessus de la rivière). Pour le moment cette source supérieure ne fournit qu'un peu d'eau, localisée à la base des pierres qui en encombrent le lit et cela seulement à son extrémité d'aval, près de sa réunion avec les deux autres sources.

Ce régime tout spécial et intermittent, directement en relation avec les grandes chutes pluviales, montre une fois de plus combien les écoulements d'eau dans le sein du calcaire sont localisés en

(1) C'est bien cette seconde solution qui est la bonne. Voir à ce sujet, et pour ce qui concerne la géologie de l'intéressante région de Comblain-au-Pont et Comblain-la-Tour, un travail qui a paru depuis le dépôt de ces lignes et intitulé : *Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, dans la vallée de l'Ourthe entre Esneux et Comblain-au-Pont et à Modave, du 3 au 6 septembre 1892*, par M. Lohest et H. Forir avec la collaboration de M. Mourlon. Ce travail n'a paru que le 20 septembre 1897 dans la 3me livraison du tome XXII des *Annales de la Société géologique de Belgique*.

La belle planche, exactement levée à l'échelle de 1 : 10.000 qui accompagne cette étude fournit la coupe détaillée des deux rives de l'Ourthe dans la région de Comblain-la-Tour.

canaux et sortent sous forme de *sources*, parfois directement en rapport avec les ruissellements de surface qui, comme dans le cas présent, peuvent en constituer par pénétration directe, rapide et intermittente, la seule base d'alimentation.

Mesurant à l'aide de nos thermomètres de précision, la température des sources permanentes du *bas* de l'escarpement calcaire, nous trouvons avec les trois instruments employés juste 9°C. Nous sommes donc en présence ici, au nord de Comblain-la-Tour, d'une eau de source absolument normale et ce nouvel élément d'appréciation, qui n'offre pas l'inconvénient de la thermalité élevée de la rivière, chauffée par la radiation solaire, nous montre, par l'*écart de douze degrés* que cette dernière source fournit avec celles de Comblain-la-Tour, le bien fondé des observations de M. le Dr Poskin permettant de considérer ces dernières comme *un véritable apport thermal.*

En dévalant du talus par dessous la route, la source du calcaire se joint à une autre venue d'eau, amenée par galerie artificielle du sein de la montagne. On constate la formation d'une sorte de dépôt argilo-limoneux gluant. Nous avons visité ensuite l'entrée de la galerie, qui est, paraît-il, en relation avec les exploitations d'Ouffet, situées à 8 kilomètres d'ici. Cette galerie déverse une eau abondante et froide dans l'Ourthe, mais après avoir mêlé ses eaux à celles de la source du calcaire.

Une inscription à la face antérieure de la voûte de la galerie porte la mention : 9 avril 1852. C'est sans doute par cette voie qu'arrive l'enduit ferrugineux plastique constaté dans la partie inférieure des eaux qui se déversent dans la rivière.

Au retour vers Comblain-la-Tour nous avons mesuré de nouveau la température de celle-ci. En *aval* des sources thermales, nous constatons sur les bords frappés en courant demi-rapide 18°7 et 18°6.

En *amont*, après avoir traversé le pont, et être rentré dans l'agglomération, nous constatons sur l'autre rive en face du deuxième escalier intérieur, donnant sur la rivière, d'une propriété voisine de l'hôtel, 18°5 et 18°7.

Il résulte de ces constatations que malgré la température plus que doublée des apports thermaux par rapport aux sources normales (21° au lieu de 9°), il n'est pas possible d'apprécier d'une manière suffisante et sensible *en été* l'action, sur les eaux de la rivière échauffées par la radiation solaire et par la température de l'air, de l'apport visible et surtout de l'*apport caché* des sources thermales.

Une telle appréciation ne peut se faire fructueusement qu'*en hiver* lorsque le refroidissement de la température permet, comme cela a été

le cas pour l'observation du 24 février 1889 de M. le Dr Poskin, de vérifier l'*intensité réelle* des actions visibles et cachées de l'apport thermal sur le volume d'eau, à température basse, de la rivière.

Comme conclusion il me paraît que l'excursion du 21 juin réclame, outre une anayse détaillée de l'eau thermale, un complément d'observations qui ne peuvent se faire qu'en hiver. Je convie donc de nouveau mes confrères de la section d'hydrologie à s'occuper d'ici à quelques mois, de cette intéressante question, qui toutefois ne pourra être entièrement résolue que si l'on pouvait obtenir, soit de la commune, soit des propriétaires éventuellement intéressés à nos recherches, une aide pécuniaire permettant une exploration en profondeur des eaux thermales de Comblain-la-Tour.

A la suite de cette communication, il est décidé qu'une excursion complémentaire aura lieu en hiver à Comblain-la-Tour et des invitations seront adressées aux membres de la section d'hydrologie.

3° L. DOLLO. — L'**Origine du chat**.

L'auteur résume l'état actuel de cette question, d'après les travaux les plus récents.

M. *le Secrétaire* donne lecture de la communication suivante :

LA CHRONOGRAPHIE GÉOLOGIQUE

d'après M. le Professeur **E. Renevier**

(Seconde édition du Tableau des terrains sédimentaires représentant la phase organique du globe terrestre).

J'ai intitulé *Chronographe* la seconde édition de mes *Tableaux des terrains sédimentaires*, publiés pour la première fois en 1873-1874. C'est, en effet, une représentation graphique des temps, destinée à servir d'étalon international, auquel on puisse rapporter les diverses séries stratigraphiques régionales.

Pour cela je me suis efforcé de tenir compte des diverses classifications géologiques locales, sans laisser prévaloir les usages de tel ou tel pays, et de les unifier en me tenant sur le terrain des principes rationnels.

Mon grand Chronographe, dont je donne un résumé dans un tableau hors-texte, se compose de 13 tableaux, imprimés sur papiers de couleurs, conformément à la convention chromatique des Congrès géologiques internationaux. Réunis sur toile avec le titre ils forment

un ensemble de 2 1/2 m. de hauteur sur 1 m. de largeur. Chacun des douze tableaux représente la durée d'une Période ou Sous-période avec sa couleur conventionnelle spéciale.

Chaque tableau est divisé dans la largeur en 4 groupes de colonnes. Les colonnes de gauche sont consacrées au groupement hiérarchique des temps, ou, si l'on aime mieux, des terrains qui les représentent. Les trois groupes suivants sont consacrés aux divers types de formations locales ou régionales : les formations marines en 6 colonnes, et à droite les formations terrestres en 4 ou 5 colonnes suivant les besoins.

Dans la partie systématique j'ai tâché d'innover le moins possible, et tout en cherchant à établir un groupement hiérarchique logique et rationnel, je me suis efforcé de me conformer autant que possible aux usages les plus répandus.

J'ai adopté 4 ordres de subdivisions chronographiques, surbordonnés les uns aux autres, laissant à la géologie locale les subdivisions de 5me ordre, dont il avait été question au Congrès de Bologne, et celles qui peuvent leur être encore surbordonnées.

Abstraction faite des temps archéiques, mal définis, et dont la durée n'est guère appréciable, j'ai distingué :

3 div. de 1er ord : ÈRES (ou Groupes), de valeur universelle ;
8 » de 2e » : PÉRIODES (Système), de val. très générale ;
29 » de 3e » : EPOQUES (Séries), val. plutôt européenne ;
74 » de 4e » : AGES (Etages), de valeur seult régionale.

J'ai cherché à donner aux Ages (Etages) une amplitude autant que possible équivalente, me basant pour cela sur l'*évolution biologique*, qui me paraît le seul moyen rationnel de mesurer la durée des temps géologiques ; tandis que l'épaisseur des sédiments, invoquée par divers auteurs, résulte de circonstances locales, essentiellement accidentelles et variables.

De même pour le groupement hiérarchique des subdivisions, je me suis basé essentiellement sur les relations biologiques, et non sur les transgressions et régressions des mers, dont l'influence ne peut être que régionale, et non générale.

Quant à la nomenclature, j'ai laissé à la stratigraphie locale tous les noms pétrographiques de terrains, qui ne représentent évidemment que des facies ± régionaux. De même ceux basés sur la présence de tel ou tel fossile, qui ne peut jamais se retrouver partout. Sauf pour certains noms systématiques, ou sans signification propre, consacrés par l'usage, j'ai appliqué à toutes les subdivisions chronographiques des noms d'origine géographique, terminés par une désinence homophone, différente pour chaque ordre de subdivision.

1er ordre ...**aire** (...är, ...ary, ...ario,) ex. *Primaire.*
2e » ...**ique** (...isch, ...ic, ...ico), ex. *Triasique.*
4e » ...**ien** (...ian, ...iano), ex. *Helvétien.*

Pour le 3me ordre, j'ai pu employer dans l'ère tertiaire la désinence homophone ...**cène.** Mais, vu les divergences dans l'usage, je n'ai pas osé unifier entièrement les désinences des noms d'Epoques dans les ères primaire et secondaire. La finale la plus en usage est ici la désinence ...**ien**, mais pour être conséquent et logique, il faudrait pouvoir la remplacer par une autre finale, différente de celle des noms de 3me ordre. J'ai évité d'introduire une innovation aussi absolue, me contentant de généraliser les usages existants qui m'ont paru rationnels.

Pour les noms des subdivisions, je me suis basé autant que possible sur la loi de priorité, sauf les cas où le nom systématique le plus ancien prêtait à équivoque, ou se trouvait fautif.

J'ai discuté en détail ces questions de nomenclature, et justifié mes choix, dans le *Texte explicatif* qui accompagne mon Chronographe, publié dans le *Compte rendu du Congrès international* de Zurich, d'où est également tiré le tableau résumé, qui donne de mon travail une vue générale.

J'ai garde de vouloir limiter en quoi que ce soit la liberté scientifique, et j'admets l'utilité, pour les pays que cela concerne, de toute classification régionale et de toute nomenclature locale. Ce que j'ai voulu établir, c'est une commune mesure des temps géologiques, représentés par les dépôts stratifiés, avec une nomenclature générale, autant que possible internationale.

Dans le même *Texte explicatif*, j'ai consacré quelques pages à rechercher les *causes actuelles* des différences de formations, auxquelles nous devons attribuer la réalisation des *facies* plus ou moins locaux, sous lesquels se présentent les terrains stratifiés. Je les groupe sous quatre chefs :

1° *Causes géographiques :* conditions de milieu, aqueux ou aérien, distance du rivage, forme des côtes et nature pétrographique des sédiments.

2° *Causes thermiques :* suivant les latitudes, altitudes, profondeurs et courants marins ou aériens.

3° *Causes bathymétriques :* refroidissement graduel et agitation variable des eaux, pression, pénétration de la lumière et proportion d'oxygène dissous. De ces causes diverses résulte la distribution de la vie sous-marine dans les *cinq zones bathymétriques*, admises par les zoologistes.

4° *Causes chorologiques*, soit de la distribution géographique des êtres par *provinces biologiques*, auxquelles nous devons attribuer les facies régionaux, dits *facies alpin*, *extra-alpin*, *boréal*, etc.

La partie la plus nouvelle, et une des plus importantes de mon travail, c'est un essai de groupement rationnel des facies, en 9 types de formation, en vue de leur distribution dans les colonnes de mon tableau.

J'ai d'abord distingué les formations terrestres des formations marines, puis dans ces dernières, celles déposées le long des côtes et dues essentiellement à des matériaux détritiques, de celles formées loin du rivage et dues principalement à la vie organique.

A. Formations océaniques ou zoogènes

I. **Type abyssal**, ou des grandes profondeurs, occupant les plus grandes étendues dans les mers actuelles, mais difficile à reconnaître parmi les formations géologiques. Son critère distinctif me paraît être la rareté des fossiles macroscopiques, lesquels consistent essentiellement en parties dures d'animaux pélagiques (Bélemnites, Aptychus, Dents, etc.). En outre la fréquence de l'élément siliceux, dû sans doute à des microzoaires (Radiolaires, spicules de Spongiaires, etc.).

J'y range avec hésitation les facies suivants :

a) Facies rubigineux marin.
b) Facies siliceux à Radiolaires.
c) Facies crayeux à silex.
d) Facies calcaires à rognons ou bancs siliceux.

II. **Type récifal**, formé par croissance organique, souvent à grande distance des côtes. Essentiellement calcaire, et souvent ± blanchâtre. Caractérisé en général par des fossiles spéciaux, soit constructeurs (Polypiers, Rudistes, Bryozoaires, Algues calcaires), soit invertébrés à test épais et habituels aux récifs. (Nérinées, Huîtres, Oursins, etc.).

a) Facies corallien ou coralligène (Calcaire à Polypiers).
b) Facies oolithique, résultant de la trituration des tests.
c) Facies calcaire à Rudistes (surtout d'âge crétacique).
d) Facies dolomitique à Gyroporelles (Trias, etc).

III. **Type pélagal**. Formations essentiellement calcaires, dues à l'accumulation de carapaces de foraminifères, d'algues calcaires, etc. ; caractérisées surtout par des organismes pélagiques. Il est à remarquer

toutefois que l'on ne peut rapporter au type pélagal que les calcaires où prédominent fortement les animaux pélagiques, car ceux-ci peuvent avoir été flottés jusqu'au rivage, et enfouis dans des formations littorales. Les calcaires à faunes mêlées paraissent représenter des formations intermédiaires ± pélagales ou littorales. Voici les principaux facies attribuables au type pélagal :

a) Facies calcaire à Céphalopodes (Ammonites, Goniatites, Orthocères, etc.)
b) Facies calcaire à Ptéropodes (Néocom., Pliocène, etc).
c) Facies calcaire à Nummulites (Nummulitique).
d) Facies calcaire à Fusulines (Carbonique).
e) Facies crayeux à Foraminifères (Crétacique supérieur).
f) Facies glauconieux (suivant divers auteurs) ?

B. Formations marines détritiques ou terrigènes.

Celles-ci résultent de l'érosion des côtes ou des apports fluviaux. Les fossiles y sont beaucoup plus nombreux et beaucoup plus variés, et peuvent appartenir à des organismes pélagiques, côtiers ou même terrestres, suivant les conditions de vie sur place, ou de flottage (Céphalopodes d'une part, ossements ou végétaux terrestres de l'autre).

IV. **Type bathyal**. Formations détritiques, vaseuses, surtout argileuses, déposées en avant du rivage, partout où les eaux sont peu agitées, souvent même dans des baies tranquilles. Passage fréquent au type III ou type V (argilo-calcaire ou argilo-sableux). Faune mixte, ± pélagique ou littorale. Les facies se distinguent par les organismes prédominants :

a) Facies argileux à Ammonites (souvent pyriteuses).
b) Facies argileux à Ptéropodes (Pliocène).
c) Facies schisteux à Tentaculites (Paléozoaire).
d) Facies argileux à Brachiopodes.
e) Facies schisteux à Graptolites (Silurique).
f) Facies argileux à Spongiaires.

V. **Type littoral**. Formations détritiques ± grossières. Fossiles franchement littoraux. Vu leur abondance je leur ai consacré deux colonnes du tableau. L'une aux sédiments calcaires détritiques et ferrugineux, l'autre aux sédiments sableux et plus grossiers :

a) Facies calcaire détritique (Calcaire grossier, tuffeau, faluns, etc).
b) Facies marno-calcaire à bivalves.

c) Facies sidérolitique marin (Fer oolithique, limonite).
d) Facies sableux (Sables, mollasses, grès).
e) Facies caillouteux (Graviers, poudingues).

C. Formations terrestres.

Sédiments formés sur terre ferme, avec ou sans le concours des eaux, mais parfois sur le bord des continents. Fossiles surtout saumâtres, d'eau douce ou aériens.

VI. **Type lagunal.** J'ai consacré ce terme, homophone avec les précédents, aux dépôts des lacs salés, et des lagunes de régions chaudes, où les eaux concentrent leur salure. Leurs sédiments ± halogènes, sont dus surtout à une précipitation chimique de sels, mêlés souvent d'apports détritiques. Naturellement les fossiles y manquent habituellement, ou sont extrêmement rares.

a) Facies gypso-salifères (Salines de Stassfurt, Hall, Bex, etc).
b) Facies gypseux, sans sel gemme (Montmartre, Aix, etc).
c) Facies dolomitique halogène (Cornieule, etc).

VII. **Type estuarial.** Dépôts d'estuaires, d'embouchures ou de lagunes *désalées*, formés dans des eaux mixtes ou saumâtres, à l'inverse du type précédent. Les débris organiques sont, ou des êtres d'eau saumâtre, ou un mélange d'organismes marins, d'eau douce, et terrestres, ce qui détermine deux facies principaux :

a) Facies saumâtre.
b) Facies fluvio-marin.

VIII. **Type limnal.** J'applique ce vocable homophone aux formations d'eau douce, caractérisées par une faune franchement nymphéenne, avec mélanges éventuels d'organismes terrestres entraînés. Les facies, souvent difficiles à distinguer, sont naturellement les suivants :

a) Facies lacustre.
b) Facies fluvio-lacustre.
c) Facies fluviatile.
d) Facies palustre, marécageux ou tourbeux.
e) Facies tufacé ou crénogène, dépôts de sources incrustantes, faisant transition au type aérial.

IX. **Type aérial.** Formations subaériennes, ± sans le concours des eaux, à stratification irrégulière, ou pas stratifiées du tout. Géné-

ralement pauvres en fossiles, par suite de la décomposition à l'air. Sauf exceptions, seulement des organismes terrestres.

a) Facies volcanique (Cinérites, tufs volcaniques, etc).
b) Facies éolien (Dunes, lœss, etc).
c) Facies erratique (Moraines, etc).
d) Facies ossifère (Brèches osseuses et cavernes).
e) Facies végétal (Humus, etc).

Il y a sans doute beaucoup à redire à ce groupement des facies, et encore plus à l'application que j'en ai faite dans les colonnes de mon tableau ; mais c'est un premier essai !

—

Enfin la partie la plus considérable de mon travail ne peut pas être résumée. C'est un *Répertoire stratigraphique polyglotte* de 110 pages, dans lequel j'énumère par ordre alphabétique plus de 3000 noms de terrains ou de formations locales, en indiquant le niveau chronographique de chacun, et autant que possible le facies.

Pour les noms de terrains, réputés généraux, j'indique en outre l'auteur du nom; la date est la plus ancienne citation que j'aie pu constater.

L'assemblée, fort intéressée par cet exposé, décide l'impression de la communication que vient de lui lire M. Van den Broeck et le charge de présenter à M. le Professeur *Renevier* de chaleureuses félicitations pour les services que la publication de son travail va certainement rendre à la science.

M. *le Secrétaire* fait remarquer qu'ensuite de décès qui se sont produits dans le sein de la *Commission des matériaux de construction* organisée dernièrement au sein de la Société, il y avait lieu de nommer de nouveaux membres pour cette Commission, que des circonstances indépendantes de la volonté de son dernier Secrétaire, M. l'ingénieur Van Bogaert, ont empêché jusqu'ici de se réunir aussi souvent qu'il eût été désirable.

L'assemblée, consultée, prie MM. *Cuvelier*, *Hankar*, *Rabozée* et *Roelofs*, de bien vouloir accepter de prendre part aux travaux de la Commission technique prémentionnée. Cette mission est acceptée par les trois premiers membres, présents à la séance, et M. le Secrétaire annonce que l'adhésion de M. Roelofs est également acquise.

La séance est levée à 10 h. 45.

ANNEXE

AU

PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1897.

Comparaison de la Légende de la Carte géologique de la Belgique au 40 000e avec la Légende de la Carte géologique de France,

PAR

GUSTAVE DOLLFUS (1)

La carte géologique de la Belgique a adopté pour ses terrains un système de nomenclature, qui a été créé de 1830 à 1856 par le grand stratigraphe André Dumont et qui est tout à fait différent du nôtre. Ce géologue ne tenait pour ainsi dire pas compte de la paléontologie, de telle sorte que les mêmes couches en franchissant la frontière, changent le plus souvent d'appellations, et on peut dire que le synchronisme général des terrains du bassin du Nord avec ceux du bassin de Paris reste encore incomplet, malgré les très importants travaux de détail dont il a été l'objet depuis vingt-cinq ans. J'ai dû chercher ma route dans une foule de petites notes très dispersées, dites et contredites, au milieu de polémiques, autrefois fort vives, auxquelles j'ai été moi-même souvent mêlé, mais qui aujourd'hui, apaisées et jugées, laissent des points de repère précieux. Je donnerai maintenant un simple tableau de la nomenclature belge mise en face de celle adoptée en France, montrant comment je comprends actuellement cette concordance.

FRANCE		BELGIQUE	
2a	Alluvion moderne.	Quaternaire supérieur	A
1a	Alluvion ancienne.	Quaternaire inférieur	$q^4q^3q^2q^1$.
		PLIOCÈNE	
3p	Sicilien.	Poederlien (Sables à Corbules)	Po
2p	Astien.	Scaldisien (Sables à Trophon)	Sc
1p	Plaisancien.	Diestien (Sables à Isocardia)	D

(1) Ministère des Travaux publics. — *Bulletin des Services de la Carte géologique de France et des Topographies souterraines.* N° 53, tome VIII, 1899-97. — Compte rendu des collaborateurs pour la campagne de 1865. **Feuille de Mezières** au 320.000e *(Crétacé et Tertiaire,* par G. DOLLFUS, pp. 11-13.)

MIOCÈNE

4m	Sarmacien.	Bolderien (Anversien)	Bd

Les autres termes du Miocène manquent en Belgique et dans le nord de la France.

OLIGOCÈNE

3o	Aquitanien.	Sables et argiles d'Andenne	Om On
2o	Stampien.	Rupelien	R_2 R_1
1o	Sannoisien.	Tongrien	Tg_2 Tg_1

EOCÈNE

5e	Ludien.	Asschien	As
4e	Bartonien (Sables moyens).	Wemmelien	We
3e	Lutetien ou Calcaire grossier sup., moy. et inf.	Ledien	Le
		Laekenien	Lk
		Bruxellien	B
2e	Sparnacien.	Paniselien	P_2 P_1
		Ypresien	Y
1e	Thanétien.	Landenien	L_2 L_1
		Heersien	Hs

CRÉTACÉ

7c	Danien.	Montien	Mn_2 Mn_1
6c	Sénonien.	Maestrichtien	M
		Sénonien	Cp
5c	Turonien.	Turonien	Tr_2 Tr_1
4c	Cénomanien.	Cénomanien	Cn
		Albien (Gaize)	Ab

(3c et 2c, lacunes en Belgique).

1c	Néocomien.	Wealdien	Wd

JURASSIQUE

3j	Bajocien.	Bajocien	Bj
2j	Lias.	Toarcien	To
		Virtonien	Vr
		Sinémurien	Sn
1j	Infralias.	Hettangien	Ht
		Rhétien	Rh

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

De l'application des rayons de Röntgen à la Paléontologie,

par M. Lemoine.

Les photographies dont je présente des spécimens à l'Académie ont été faites à l'aide des rayons Röntgen, sur quelques-unes des pièces fossiles que j'ai recueillies aux environs de Reims.

On peut juger de la facilité avec laquelle les rayons Röntgen traversent les parois fossilisées des pièces osseuses en apparence les plus opaques, en mettant en évidence des détails que les coupes les mieux réussies n'auraient pu fournir que pour un seul plan, en admettant que la valeur scientifique d'échantillons aussi rares, en même temps que leur fragilité n'aient pas été un obstacle absolu à des tentatives de ce genre.

Au premier coup d'œil on voit apparaître la configuration celluleuse des ossements d'un grand oiseau de Cernay, le *Gastornis*, ainsi que celle de *Remiornis*. On peut en juger en considérant les figures des vertèbres, d'un corps d'humérus, d'un radius, d'un métacarpe, et de phalanges du pied.

J'appelle également l'attention sur les pièces osseuses provenant de divers reptiles. J'insiste sur l'homogénéité d'un humérus de Simœdosaure, qui forme le contraste le plus absolu avec les os d'oiseau.

Les pièces osseuses de Poissons sont assez nombreuses. Quelques-unes proviennent du Lepidosté, de l'Amia, et de divers Squales. Une pièee vertébrale de Requin a une importance spéciale, car elle révèle la possibilité d'appliquer avec facilité les nouveaux principes proposés pour la classification si difficile de ces poissons, principes basés sur la conformation intérieure des corps vertébraux.

Les échantillons provenant de mammifères sont rassemblés en assez grand nombre sur d'autres plaques. Ils proviennent de la faune cernaysienne et de la faune agéienne des environs de Reims. J'y ai joint quelques pièces des phosphorites que M. Filhol a bien voulu m'offrir. Je signale particulièrement un fragment de crâne de *Pleuraspidotherium*, qui nous permet de nous faire une idée exacte de la configuration de l'encéphale d'un type si ancien. Tous les détails relatifs aux canaux nourriciers des maxillaires, de tailles très diverses, sont mis en évidence, ainsi que la disposition tant extérieure qu'intérieure de la couronne et des racines des dents.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt des renseignements obtenus aussi facilement pour des organes très importants. Si, par un heureux hasard, les deux dentitions successives coexistent dans le même mandibule, les rayons de Röntgen nous les font connaître et étudier sans mutilation. Ils nous permettent, d'autre part, de préciser la question si importante du contact des dents des deux mâchoires. Bien supérieurs aux procédés photographiques ordinaires, ils mettent en évidence avec la même netteté tous les plans de la pièce osseuse, ainsi que le nombre et la valeur proportionnelle des denticules.

La nature de la fossilisation semble avoir une importance de premier ordre sur les résultats obtenus; c'est ainsi que les maxillaires provenant des phosphorites paraissent moins favorisés au point de vue de la translucidité que ceux de la faune agéienne et de la faune cernaysienne. D'autre part un fragment de maxillaire d'Arctocyon, par suite de sa fossilisation toute spéciale, s'est montré réfractaire à la pénétration des rayons Röntgen.

J'ai joint aux reproductions des pièces osseuses, celles de coquilles fossiles, non moins démonstratives; vraisemblablement, l'étude de leur conformation intérieure devra prêter un précieux concours aux recherches malacologiques, si importantes pour le paléontologiste. (*C. R. Acad. des Sc. Paris*, 9 novembre 1896.)

Les oscillations du sol dans le Centre.

De notre correspondant de la Louvière le 10 novembre :

Une légère oscillation du sol, accompagnée d'un grondement lointain, a été constatée samedi 7 novembre par de nombreux habitants de Houdeng-Aimeries. Des ouvriers travaillant aux charbonnages de Bois-du-Luc ont cru à un dégagement de grisou dans un puits voisin. On a aussi perçu une sorte de grondement de vagues.

Les habitants ne sont nullement épouvantés de ces trépidations du sol, qu'on attribue à l'exploitation des gisements houillers se trouvant dans les sous-sols de la commune. (*Petit Belge.*)

SÉANCE MENSUELLE DU 22 DÉCEMBRE 1896

Présidence de M. **L. Dollo**, *Président.*

La séance est ouverte à 8 h. 35.

M. *le Président,* en ouvrant la séance, est heureux d'annoncer que notre collègue M. *Dewindt*, docteur en sciences minérales et préparateur au Laboratoire de minéralogie de l'Université de Gand, après avoir été reçu premier au Concours universitaire, vient ce matin même, à la suite de la défense brillante d'une thèse sur l'origine des îles, d'obtenir du Gouvernement une importante bourse de voyage.

M. le Président est heureux d'annoncer par la même occasion que deux de nos collègues, respectivement professeurs aux Universités de Bruxelles et de Louvain, MM. *Van Drunen* et *Gilson* viennent d'être nommés chevaliers de l'Ordre de Léopold. (*Applaudissements.*)

Une distinction des plus flatteuses vient d'être accordée par l'Académie royale des Sciences de Belgique à la Rédaction de la Revue météorologique : *Ciel et Terre* dont le Directeur et Rédacteur en chef est notre savant collègue M. *A. Lancaster* et dont les collaborateurs, également visés par cette distinction, sont MM. E. et Ch. Lagrange, Niesten, P. Stroobant et W. Prinz.

Le Comité de rédaction de *Ciel et Terre* s'est vu adjuger par l'Académie le prix *Édouard Mailly*, d'une valeur de mille francs, fondé pour favoriser les progrès de l'Astronomie en Belgique.

Cette haute distinction, des plus méritées, fait honneur à ceux qui ont donné la remarquable impulsion que l'on sait à la vaillante Revue météorologique belge.

M. le Président signale enfin la manifestation organisée à l'Institut agricole de Gembloux en faveur de M. Petermann et d'un de ses collègues, attachés à cet établissement depuis la date de sa fondation, soit depuis 25 ans.

L'Assemblée décide d'envoyer une lettre de félicitation à notre collègue M. *Petermann*, directeur de la Station agronomique de Gembloux.

Correspondance.

M. le capitaine *A. Hankar* fait savoir que par suite d'un changement de garnison il ne pourra plus suivre assidûment comme par le

passé les séances et excursions de la Société. Il demande à être relevé de ses fonctions de Vice-Président de la Société et de membre du Comité d'étude des matériaux de construction.

Le *Comité du Congrès historique et archéologique de Malines* demande de faire parvenir le plus tôt possible les questions que la Société pourrait désirer soumettre au dit Congrès.

M. *J. Cornet* envoie le résumé d'un travail descriptif qu'il prépare et destine à la Société sur la géologie du Congo occidental. C'est afin de prendre date qu'il dépose ce résumé et en demande l'impression aussi rapide que possible.

M. *S. Nizet*, bibliothécaire et employé du Secrétariat, se voit forcé, par suite d'une surcharge d'occupations professionnelles, de donner sa démission. (*Accepté.*)

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

2248 **Dollfus** (**Gustave**). *Principes de Géologie transformiste.* 1 vol. in-8°, 179 pages, Paris, 1874.

2249 **Draghicénu** (**Math.-M.**). *Les Tremblements de terre de la Roumanie et des pays environnants.* Extr. in-8°, 84 pages et 1 carte. Bucharest, 1896.

2250 **Vénukoff** (**P**). *Description géologique de la partie sud-est de la 14e feuille de la VIIe zone de la carte générale du gouvernement de Tomsk.* 1 vol. in-8°, 151 pages. Saint-Pétersbourg, 1896.

Extraits des publications de la Société :

2251 **Hans** (**J.**). *Les Irrigations aux États-Unis d'Amérique. Compte rendu des études hydrologiques faites par le service géologique des États-Unis.* (2 exemplaires.)

2252 **Stainier** (**X.**). *Matériaux pour la faune du houiller de Belgique.* 4e note. (2 exemplaires.)

2252 — *Un dépôt d'argile plastique d'Andenne à Laroche (Andenne).* (2 exemplaires.)

Plus la série ordinaire des Périodiques.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'assemblée :

MM. E. DUBOIS, officier de santé de l'armée des Indes néerlandaises, 12, Sweelinkplein, à La Haye (Hollande).

L. BROUHON, ingénieur des Eaux de la Ville de Liége, Hôtel-de-Ville, à Liége.

M. JEANJEAN, sous-lieutenant du Génie, 16, rue Méan, à Liége.

G. MICHELET, lieutenant du Génie, répétiteur à l'École militaire, 455, chaussée de Waterloo, à Bruxelles

J.-C. VAN MIERLOO, ingénieur de la Compagnie des Wagons-Lits et des Grands-Express internationaux, 3, rue de Fournial, à Paris.

Communications mises à l'ordre du jour.

1° M. *Roelofs* annonce qu'au printemps prochain un groupe anglais de propriétaires et de directeurs de briqueteries et de carrières, se propose de faire des excursions en Belgique et de visiter l'Exposition.

Notre collègue M. *Harris* et d'autres géologues encore, seront à la tête de cette petite expédition. M. Roelofs serait heureux de pouvoir annoncer aux organisateurs que bon accueil serait réservé aux excursionnistes par la Société belge de géologie et notamment par le Comité d'étude des matériaux de construction. Des invitations seraient faites, en réciprocité, à ceux-ci pour les engager à visiter une Exposition technique spéciale qui sera organisée en Angleterre à cette occasion.

Après une courte discussion, à laquelle prennent part MM. *Flamache, Rutot*, *Roelofs* et *Van den Broeck*, l'Assemblée qui se montre favorablement disposée à entrer dans les voies de M. Roelofs, décide que l'étude de la question sera confiée au Comité des matériaux de construction, qui précisément va se réunir à bref délai.

M. *Rutot* se met à la disposition des excursionnistes pour leur montrer certains de nos gîtes exploités, notamment en ce qui concerne la matière première des briques et des produits réfractaires.

2° **Exposition de 1897. — Section des sciences. — Classe de géologie.**

Formation d'une collection belge de matériaux de construction.

M. *Van Bogaert* fournit quelques détails au sujet du projet spécial — faisant partie du programme général de l'organisation de notre Exposition géologique — qui a trait à nos matériaux de construction. Il signale la nécessité qu'il y a, pour avoir une bonne idée de certains marbres, d'obtenir des plaques polies *de grandes dimensions* et craint que le Comité n'ait quelque peine à se procurer de tels matériaux. Il peut cependant fournir pour l'exhibition projetée des éléments assez nombreux. Il propose de laisser au Comité spécial le soin d'étudier cette affaire.

M. *Gobert* fait remarquer que le but en vue devrait être de réunir

les éléments d'une collection permanente, destinée à être conservée et accessible au public. Les bâtisseurs ont grand intérêt à avoir à leur disposition une série de *types* bien étudiés, bien classés, destinés à servir à la fois d'inspiration et de base d'appréciation dans les projets de bâtisses et de références pour l'exécution des contrats. D'après M. Gobert, si le Comité spécial qu'a institué la Société pouvait arriver à organiser une exposition systématique complète et non destinée à la dispersion ultérieure après l'Exposition, elle rendrait à la chose publique des services suffisants pour justifier de la part des autorités communales, provinciales et gouvernementales des subsides permettant d'édifier une œuvre vraiment pratique et utile, et aussi d'organiser un Congrès où seraient discutées les questions multiples soulevées par le choix et l'emploi des matériaux de construction.

MM. *Van Bogaert*, *Van den Broeck* et *Flamache* présentent encore diverses observations ensuite desquelles il est décidé que le Comité d'étude des matériaux de constrution se réunira à bref délai et s'occupera des deux questions qui viennent d'être mises à l'ordre du jour.

M. *Van den Broeck*, abordant ensuite la question de l'élaboration de la *Classe de Géologie* à l'Exposition, fait remarquer tout d'abord que cette organisation appartiendra au Bureau de la Classe, dont nos collègues MM. *A. Houzeau*, *L. Dollo*, *J. Du Fief*, *M. Mourlon*, *A. Renard* et *A. Rutot* font partie en qualité respectivement de Président, Vice-Présidents et Secrétaire.

Notre rôle doit se borner à aider dans sa tâche le dit Bureau, principalement en indiquant les personnes, les institutions et les sociétés scientifiques dont le concours paraîtrait désirable; à rechercher un certain nombre d'attractions auxquelles il devrait être fait appel, surtout à l'étranger et à faciliter de toutes manières la tâche du Bureau de la Classe de Géologie.

M. *Van den Broeck* rappelle ensuite les divers éléments attractifs dont pourrait se composer l'exposition de la Classe de Géologie et qui ont déjà été énumérés en une séance précédente de la Société.

Il fait appel au concours et à la bonne volonté de tous pour faire réussir cette exposition et indique les divers moyens qui pourraient être utilement employés dans ce but.

Enfin il annonce le prochain envoi d'une brochure émanant du Bureau de la Section des Sciences et qui fournira les données nécessaires pour faciliter le travail de diffusion et d'appel aux collaborations étrangères.

Au cours de la discussion qui s'ouvre ensuite, et à laquelle prennent

part divers membres, M. *Eug. van Overloop*, Commissaire du Gouvernement près la Section des Sciences, déclare fort utile pour l'élaboration des travaux du Bureau de la Classe de Géologie, le concours bienveillant des membres de la Société et engage surtout ceux-ci à profiter de leurs relations à l'étranger pour assurer à la classe le précieux concours de savants et d'institutions dont les travaux ne sont pas encore familiers au public belge.

M. *A. Houzeau de Lehaie*, Président de la Classe de Géologie et de Géographie, désirerait que, sans tarder, l'on se fasse inscrire et que les membres de la Société qui auraient des idées ou des projets à présenter, des collaborations à indiquer veuillent bien les communiquer d'urgence au Bureau.

A la suite de ces échanges de vues, divers membres présents se font inscrire et M. le Président donne ensuite la parole à M. *Rutot* pour commencer l'ordre du jour relatif aux communications des Membres.

Communications des Membres.

1° M. *Rutot* fait une communication, accompagnée de l'exhibition de cartes, dont il a envoyé pour le Procès-Verbal le résumé ci-dessous, le travail détaillé étant réservé aux *Mémoires* de la Société.

A. RUTOT : **L'Epoque flandrienne, sa chronologie, ses sédiments et les conséquences de leur étude.**

L'auteur expose les diverses parties de ce travail en faisant remarquer que les levés de la carte géologique étant suffisamment avancés, il a pu en déduire les limites de la mer flandrienne. Ces limites sont représentées sur une carte.

Les limites tracées, M. Rutot a voulu se rendre compte de la bathymétrie de cette mer et il a tracé une courbe délimitant les points moins profonds que 10 m. et ceux plus profonds que 10 m. Il est ainsi arrivé à un tracé qui indique clairement la configuration des *vallées préflandriennes*, ce qui pourra avoir une grande importance pour l'étude des périodes quaternaires plus anciennes que le Flandrien.

Enfin l'auteur a exposé d'autres conclusions déduites du même sujet, telles que la séparation de l'Angleterre du continent, la formation du régime fluvial actuel, etc.

A la suite de cette communication, M. *E. Van den Broeck* fait remarquer 1° que, conformément aux vues qui viennent d'être exposées, on peut citer, comme preuve de l'âge récent du lit de l'Escaut dans la

région d'Anvers, qu'il n'y a pas dans ces parages d'alluvions fluviales *quaternaires*. Les alluvions modernes reposent directement sur les sables tertiaires : miocènes dans la région sud de la ville, pliocènes dans la région nord.

C'est un contraste accentué avec l'antique vallée de la Senne dont les alluvions quaternaires atteignent un développement considérable, tant en largeur qu'en profondeur.

2° Qu'en confirmation des vues de M. Rutot, qui a découvert, sous le manteau sableux meuble du Flandrien, un réseau fluvial préexistant, creusé antérieurement à cette invasion marine flandrienne dont M. Rutot vient de nous retracer l'histoire, l'extension vers l'Occident d'anciens fleuves quaternaires paraît indiquée jusque sur le sol de l'Angleterre, où M. le Dr Harmer a constaté des cailloux roulés originaires de l'Ardenne.

3° Que le relèvement de plus en plus accentué des côtes jusqu'à l'endroit où s'élève actuellement, tant dans le sud que dans l'est des plaines de la Flandre et de la basse Belgique, le dépôt sableux quaternaire marin du Flandrien témoigne des phénomènes du relèvement du sol, datant par conséquent d'une époque *postérieure* à cette invasion marine, qui termine en Belgique la période quaternaire. Cette preuve, nettement et indiscutablement fournie, d'une *oscillation du sol*, d'assez forte amplitude (une cinquantaine de mètres), datant de l'*ère moderne*, constitue une précieuse donnée dans l'histoire géologique, physique et ethnographique de nos contrées.

M. le Président faisant observer que l'heure avancée ne permettra pas d'épuiser tout l'ordre du jour, il est décidé que M. *Stainier* remettra à la séance de janvier sa réponse au travail de M. Flamache sur l'origine des grottes et des cavernes. Il en sera fait de même pour la note sommaire, sur le même sujet, envoyée par M. *Otto Lang*.

En remplacement de ces communications, M. *E. Van den Broeck* dépose de la part de M. *J. Cornet* le travail sommaire annoncé plus haut par la lettre de notre collègue et intitulée : *Observations sur la Géologie du Congo occidental*.

L'Assemblée décide l'impresssion de cette note dans le Bulletin, sous réserve de lecture ou d'analyse à la prochaine séance de janvier.

La note sera insérée dans le Procès-Verbal de janvier 1897.

M. *X. Stainier* fait la communication suivante :

STRIES PSEUDO-GLACIAIRES OBSERVÉES EN BELGIQUE

PAR

X. Stainier

Docteur en sciences naturelles.

Maintes fois on a agité la question de savoir s'il y a eu des glaciers en Belgique lors de la période glaciaire et l'on a essayé de prouver que jadis nos hauts sommets de l'Ardenne avaient été ensevelis sous un manteau de glace. Ce dernier ayant disparu de nos jours on ne peut naturellement prouver son existence que par les traces qu'il aurait laissées dans notre pays. Comme on le sait, les glaciers impriment dans les contrées où ils existent des caractères indubitables de leur passage.

Les plus connus de ces caractères ce sont les stries glaciaires, les roches moutonnées, les cailloux striés, les moraines, les boues glaciaires. Mais si de l'ensemble de ces caractères, trouvés *réunis* dans une région, on peut souvent, avec une grande certitude, déduire l'existence de glaciers, il n'en est pas de même si l'on ne peut reconnaître qu'un seul de ces caractères. En effet, on a reconnu par observation et l'on a même démontré expérimentalement, que des agents tout autres que les glaciers pouvaient produire toutes les particularités citées plus haut.

Une grande prudence s'impose donc lorsque, pour conclure à la présence de glaciers, on ne peut alléguer que l'observation d'un seul des caractères glaciaires. Je n'en veux comme preuve directe, que les faits suivants que j'ai eu l'occasion d'étudier et qui montrent une fois de plus que bien des roches striées n'ont de glaciaire que l'aspect.

1er fait : Dans la vallée du Houyoux, à quelques mètres en aval des beaux rochers de poudingue de Marchin, exploités pour les hauts fourneaux, on trouve, le long d'un petit sentier sur la rive gauche de la rivière, des blocs de grès poudingiforme. On remarque immédiatement que ces blocs sont couverts de grosses stries de 2 à 3 millimètres de profondeur s'entrecroisant en tous sens, mais cependant présentant nettement des groupes de stries parallèles. De prime abord je pensai à des stries glaciaires, mais un examen plus attentif me montra qu'il y avait là un phénomène tout autre. On voit très bien que le grès, très quartzeux, est sillonné en tous sens de très minces filons de quartz blanc

comme il s'en forme dans toutes les roches quartzeuses par exsudation des parois dans des fissures produites par retrait (dessiccation), ou par les phénomènes géotectoniques. Or les stries en question ne sont pas autre chose que la trace de l'affleurement de ces filonets quartzeux à la surface des blocs. Quant au sillon qui marque et suit cet affleurement des filonets et le fait ressembler à une strie, voici comment je crois pouvoir l'expliquer :

Les blocs en question sont depuis longtemps exposés à l'altération météorique. Or on sait que, quelque résistantes que soient les roches quartzeuses, elles sont cependant sensibles à ce genre d'altération. Il se peut que le quartz filonien pur soit plus altérable que le quartz impur qui constitue le grès, où il est englobé dans de l'argile. Le sillon ne serait autre chose que la conséquence en creux, de cette plus grande altérabilité, d'où résulterait une ablation plus considérable.

Cette explication me paraît bien plus logique que toute autre qui invoquerait des agents glaciaires. Ceux-ci en effet sont absolument inadmissibles dans l'espèce, car on se demande bien comment la striation aurait pu, dans un glacier, suivre scrupuleusement les mêmes veines de quartz s'entrecoupant en tous sens.

2e fait : Sur la grand'route qui va de Dochamps à Freyneux on rencontre, après avoir passé sur la rivière La Lue, à la scierie de Dochamps, une ancienne ardoisière ou l'on a exploité du phyllade salmien supérieur noir ottrélitifère feuilleté, que l'on prendrait aisément pour le phyllade revinien. Passé l'ardoisière, on voit, en montant, ce phyllade devenir insensiblement verdâtre et alterner avec des bancs de quartzophyllade. Je remarquai que la surface du plan de stratification d'un de ces bancs de quartzophyllades était parsemée de stries très nettes. Pour qu'on puisse en juger nous reproduisons ici en grandeur naturelle un frottis que nous avons pris (à la craie grasse et noire) de la surface d'un feuillet et qui par conséquent en donne une idée exacte. (Voir fig. 1.)

Comme on le voit sur ce frottis, la surface du feuillet est parcourue de stries s'entrecroisant, mais cependant réparties en divers faisceaux parallèles. Les stries ont à peu près les dimensions et l'aspect de celles que nous avons décrites dans la première observation.

Nous trouvant à Dochamps, au voisinage immédiat d'un des plus hauts points de l'Ardenne (Baraque de Fraiture : + 651 m.), l'existence de phénomènes glaciaires aurait été admissible, mais la première observation nous invitait à la prudence et nous remarquâmes bien vite que les stries se trouvaient non seulement à la surface découverte des bancs mais même *en plein milieu de ceux-ci* sur tous les plans de stratification ; ce qui rend l'origine glaciaire absolument inadmissible.

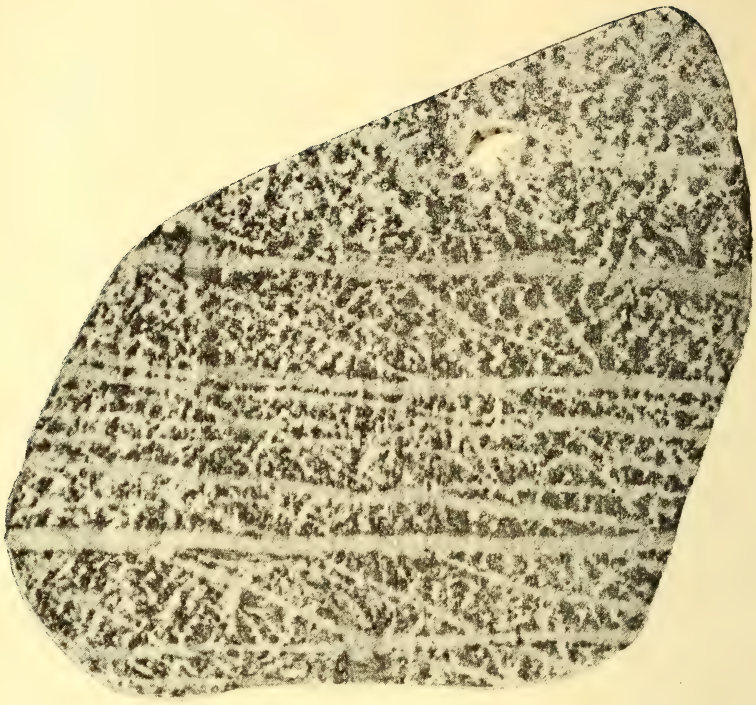


Fig. 1

L'étude détaillée des conditions de gisement nous donna la clef du phénomène. Si dans le quartzophyllade on détache un feuillet de quartzite gris verdâtre, des phyllades qui le recouvrent des deux côtés, on a, de chaque côté du feuillet dégagé, des apparences comme celles que représente la figure 1. Mais sur la tranche de ces feuillets quartzeux qui ont de 2 à 5 millimètres d'épaisseur, on aperçoit immédiatement de nombreuses veinules de quartz blanc qui découpent le feuillet comme nous le représentons en agrandissement sur la figure suivante :

Fig. 2

On voit donc que comme dans le premier fait que nous avons signalé, les sillons correspondent de chaque côté à l'affleurement des

filons de quartz. En plus, sur une surface du feuillet, comme celle du frottis de la figure 1, on voit la même chose quoique moins nettement. Le fond de la rainure y est occupé tout du long par du quartz blanc présentant, comme presque toujours, une texture lamellaire dans ces filonets comme nous le montrons sur le schéma ci-dessous, qui n'est qu'une portion fortement agrandie de la figure 1.

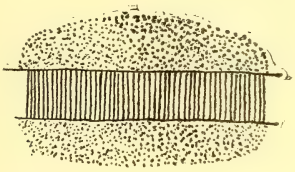


Fig. 3

Au prime abord la ressemblance de ces sillons avec ceux du premier fait signalé dans la vallée du Houyoux pourrait faire croire que la même cause a présidé à leur formation. Mais on voit de suite qu'il n'en est rien, attendu que ces stries s'observent non seulement à la surface du rocher, mais dans toute sa masse, sur chaque feuillet de quartzite. Il faut donc chercher une autre explication de leur origine. Si au lieu d'observer les feuillets de quartzite détachés du phyllade qui l'englobe on les étudie ensemble, on remarque des faits qui sont de nature à jeter quelque lumière dans la question, comme on peut le voir sur la figure suivante, qui montre les relations des feuillets de quartzite et de phyllade dans le quartzophyllade.

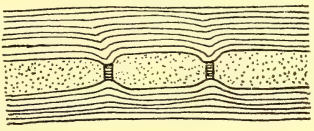


Fig. 4

Comme on le voit sur la figure au voisinage des sillons, les feuillets de phyllade s'infléchissent pour venir mouler la dépression. En s'éloignant de cette dépression (dans la verticale) les feuillets reprennent peu à peu leur rectitude et, à une certaine distance, ces feuillets sont parfaitement droits et ne paraissent plus subir l'influence des sillons. Chose importante, ce phénomène se produit aussi bien en dessous qu'au-dessus du

quartzite. En partant de cette observation, voici quelle est d'après nous l'origine de toutes ces particularités.

Postérieurement au dépôt des minces couches de quartzite et de phyllade, qui a donné naissance au quartzophyllade, des fissures se sont produites dans les feuillets de quartzite, soit par retrait, soit par suite des plissements de la roche. A cause de la pression à laquelle l'ensemble était soumis, la roche argileuse encaissante a pénétré légèrement dans ces fissures qui ont été après coup remplies de quartz blanc filonien par exsudation des parois. L'infléchissement des feuillets de phyllade dans les sillons nous porte à croire qu'à ce moment la roche argileuse était déjà tranformée en phyllade et la roche sableuse en quartzite. Il serait difficile de décider si le remplissage de la fissure par le quartz a précédé ou suivi l'infléchissement du phyllade dans la fissure. La postériorité nous semble plus vraisemblable.

M. *J. Lorié* présente **un Mémoire**, accompagné de planches (1), **sur les incrustations calcaires de la mare de Rockanje (près Brielle) et de quelques autres mares.**

Le résumé suivant en est présenté à l'Assemblée par M. le Commandant *J. Willems* et, à la suite de cet exposé, l'Assemblée vote l'impression aux *Mémoires* du travail de M. *Lorié*.

La mare de Rockanje est située dans les Pays-Bas, non loin de la ville de Brielle, dans l'île de Voorne. L'eau de cette mare a la propriété d'incruster les objets qui y sont plongés. On y rencontre des blocs de roche calcifiée d'un aspect caractéristique, ainsi que de nombreux tubes calcaires qui se sont formés autour de la partie inférieure des tiges de roseau.

M. *Lorié* expose d'abord une assez longue énumération des observations qui ont été faites sur la mare de Rockanje et qu'il a recueillies dans divers ouvrages cités dans son travail. La plus ancienne de ces mentions remonte à 1729.

L'auteur nous communique ensuite ses observations personnelles. Il a constaté, à l'époque où les eaux sont basses, que la mare est en grande partie remplie de plantes aquatiques flottantes, qui s'étendent autour d'une flaque d'eau libre, de peu d'étendue. En se rapprochant des bords on rencontre en premier lieu une ceinture assez étroite de roseaux

(1) Une erreur a été commise dans la légende de l'une des planches de M. *Lorié*, insérées avec son travail dans les *Mémoires* de la présente année. La figure 1 de la planche représente la face *inférieure* de l'organisme représenté et la figure 2 en représente la face *supérieure*. Voir aussi à l'*Errata* du présent volume quelques corrections à apporter aux pages 305 et 306 du texte de M. J. Lorié.

poussant dans une eau profonde d'un mètre environ; puis des roseaux croissant dans une couche de tourbe de plus en plus solide. Près de la rive, les roseaux disparaissent peu à peu pour faire place à l'herbe.

Les blocs calcifiés sont formés de *Membranipora crustulenta*, bryozoaire qui est une variété de la *Membranipora Lacroixii*. Ils forment au fond de la mare une couche de $0^m.20$ d'épaisseur, envahie en partie par les roseaux et par la tourbe formée par ceux-ci. On trouve encore dans les blocs quelques bryozoaires vivants, mais en petit nombre seulement, et il semble que la vie bryozoique soit en train de s'éteindre dans la mare. Les blocs ont reçu, postérieurement à leur formation, un dépôt calcaire, qui modifie profondément leur aspect extérieur.

M. Lorié a visité quelques autres criques de Zélande pour examiner les conditions dans lesquelles y vivent les *Membranipora* et il y a rencontré plusieurs exemples de formations analogues à celles de Rockanje. Dans un étang situé près de Zierikzee il a même reconnu l'existence d'un petit récif de $0^m.50$ de hauteur ayant 90 mètres de longueur.

L'été sec de 1896 a fourni à l'auteur l'occasion d'observer la manière de vivre des bryozoaires dans des eaux saumâtres près de Zierikzee. Il a remarqué qu'ils se développent surtout sur des objets de bois (pilotis, planches, etc.) et qu'on en rencontre moins sur des corps durs (maçonneries, ossements, etc.). Il en a trouvé également sur des rhizomes et sur des racines de graminées et d'autre plantes, ainsi que sur les bords d'une couche de tourbe couverte d'argile marine récente. En règle générale, ces bryozoaires ne se rencontrent ni dans l'eau de mer, ni dans l'eau douce, mais seulement dans l'eau saumâtre de certaines mares.

Les blocs de la mare de Rockanje sont donc formés de bryozoaires qui ont été recouverts de calcaire ; celui-ci a peu à peu modifié l'aspect extérieur des blocs en fermant les cellules et en remplissant plus ou moins les cavités. Les blocs présentent le plus souvent une grande ressemblance avec le chou-fleur.

Comme on peut aisément le comprendre, c'est la surface supérieure surtout qui est modifiée et, assez généralement, celle du dessous conserve davantage sa structure bryozoïque. Il n'en est pas toujours ainsi cependant, à cause des déplacements accidentels que peuvent subir les blocs posés au fond de l'eau.

Pour les tubes de roseaux, on reconnaît qu'ils sont formés de dépôts calcaires présentant souvent deux ou trois couches concentriques distinctes, attribuées par M. Lorié aux dépôts de deux ou trois années consécutives.

M. Lorié n'a pu observer de tubes en voie de formation, mais il a trouvé sur la face supérieure de certains rhizomes de roseaux une mince couche récemment déposée et qui était alors distinctement verte, tandis que la couleur est gris-pâle pour les dépôts terminés. La constatation de cette couleur verte fait croire à M. Lorié que le dépôt calcaire est produit par de petites algues. Plus la végétation serait abondante dans l'eau et plus il y aurait de tendance à la formation de dépôts calcaires. La teneur en calcaire de l'eau de la mare serait donc en raison inverse de la richesse de la végétation, soit maximum au printemps et minimum en automne.

M. Lorié a cherché à vérifier le fait en faisant prendre à diverses époques des échantillons d'eau dans la mare de Rockanje ; les analyses ont permis de constater une augmentation de chaux de novembre à mars et une diminution de mars à juin ; ce qui confirme l'hypothèse émise.

La provenance du calcaire doit être recherchée dans le sable très riche en coquilles qui forme le fond de la mare. Il est probable que l'acide carbonique produit par la décomposition des plantes et des petits crustacés, pénètre dans le sol et dissout lentement le calcaire des coquilles. Cette solution remontant vers la surface est sans doute décomposée en été par la chlorophylle des plantes.

Après avoir dit quelques mots sur la composition de la vase argileuse qu'on rencontre en grande abondance dans la mare, M. Lorié reproduit les indications fournies par divers auteurs sur la propriété que possèdent certaines plantes de provoquer des dépôts calcaires. Il conclut en attribuant les dépôts de cette nature qu'il a observés dans la mare de Rockanje à une algue microscopique, la *Gongrosira sclerococcus*, ainsi qu'à une seconde espèce qui n'a pas encore été déterminée. Il continue ses études sur ce point avec le concours d'un botaniste expérimenté et il communiquera par la suite à la Société le résultat de ses nouvelles observations.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Nouveaux Mosasauriens trouvés en France, par M. Thevenin.

La craie grise phosphatée, activement exploitée dans le nord de la France, n'est pas moins intéressante au point de vue paléontologique qu'au point de vue agricole ; elle renferme une faune fossile riche et variée. Grâce à la générosité de M. Lemonnier, directeur des usines de la Compagnie Solvay, les collections du Museum d'Histoire naturelle se sont enrichies de pièces importantes de Mosasauriens

trouvées dans la craie grise à *Belemnitella quadrata* de Vaux-Éclusier, près de Péronne.

Ces échantillons sont d'autant plus précieux qu'on connaissait en France, il y a quelques années, fort peu de restes de ces curieux reptiles crétacés, auxquels la forme de leur corps et certaines particularités ostéologiques ont fait donner par M. Cope le nom de *Pythonomorphes*. C'est en 1892 seulement que M. Albert Gaudry put en décrire deux fragments importants; l'un provenant des environs de Sens, l'autre des Basses-Pyrénées.

La pièce la mieux conservée, trouvée par M. Lemonnier, est un crâne presque complet appartenant à un animal dont on peut évaluer la longueur totale à environ 12 mètres. Ce crâne mesure 0.85 m. du bout du museau au trou pariétal; il doit être rapporté au genre *Mosasaurus* et se rapproche du *Mosasaurus giganteus* de Maestricht. Mais il en diffère par ses dents moins massives et plus lisses; tandis que les dents de la bête de Maestricht ont une section trigone, une carène postérieure très nette, on voit ici une section plus arrondie, une carène antérieure s'étendant depuis la pointe jusqu'à la base et une carène postérieure qui ne descend pas jusqu'à la moitié de la couronne. Ces dents sont intermédiaires entre celles de *Mosasaurus giganteus* et les formes lisses présentant une seule carène, décrites sous le nom de *Liodon anceps*.

On a attaché une grande importance, pour établir des coupes génériques chez les Mosasauriens, à l'allongement du prémaxillaire. Nous constatons que cet os forme ici, en avant de la première paire de dents, un rostre assez développé, plus long et plus volumineux que chez les Mosasaurus de Maestricht et des environs de Mons, mais plus court et moins cylindrique que dans le *Liodon proriger* ou le *Hainosaurus;* il est donc intermédiaire entre les types que M. Dollo a appelés *mésorhynque* et *macrorhynque*. Ce caractère présentait peut-être des variations non seulement spécifiques mais individuelles. La forme générale du crâne importe plus que celle du bout du museau et la tête du Mosasaure de Vaux-Eclusier se montre relativement large et peu effilée. Nous inscrivons ce reptile nouveau sous le nom de *Mosasaurus Gaudryi*.

Un autre crâne, également extrait et dégagé par les soins de M. Lemonnier, est moins complet que le précédent : la partie frontale et mandibulaire fait défaut. J'ai vainement cherché à l'identifier avec les genres et les espèces décrits en France par M. Gaudry, en Belgique par M. Dollo : il diffère par quelque caractère de chaque espèce européenne et doit être rapporté au genre américain *Platecarpus* Cope, ainsi que j'ai pu le vérifier en le comparant avec un crâne du Kansas, qui se trouve dans les collections paléontologiques du Muséum. Les dents appartiennent au même type; elles sont longues, aiguës, un peu recourbées, pourvues de facettes très nettes, avec une carène antérieure et une carène postérieure marquées; elles sont portées par un socle conique assez long. La forme obtuse du museau, tronqué au niveau de de la première paire de dents et l'insertion pleurodonte des dents pterigoïdiennes rendent certaine cette assimilation. Je propose pour cet animal, le nom de *Platecarpus Somenensis* pour rappeler sa découverte en France sur les bords de la Somme.

La présence en Europe d'un genre américain de Mosasauriens n'a rien qui doive surprendre si l'on réfléchit au grand nombre de ces fossiles en Amérique et si l'on admet que ce sont des reptiles pélagiques gigantesques, dont l'extension a dû être considérable. D'ailleurs M. Lydekker a déjà rapporté, bien qu'avec doute, au genre *Platecarpus* une dent provenant de la craie de Sussex.

Les ptérygoïdes de ce *Platecarpus* de la Somme présentent une particularité qui

n'a jamais été signalée chez les Mosasauriens. L'apophyse ectoptérygoïdienne se termine par une tubérosité volumineuse sur laquelle s'inséraient des tendons ou un cartilage allant vers le maxillaire supérieur. L'os transverse de Cuvier, si visible chez les Lacertiens vivants, considérés comme voisins des Mosasaures, n'existait probablement pas ici. Les ptérygoïdes n'étaient pas soudés sur la ligne médiane; unis par un cartilage à l'os carré, ils étaient très mobiles et cette disposition, comme celle des mandibules, signalée par M. Cope chez tous les pythomorphes, avait pour but, en rendant la bouche très dilatable, de permettre la déglutition de proies énormes.

D'autres exploitations de craie phosphatée pourront livrer également des restes de Mosasauriens; on en a signalé sur plusieurs points et j'ai eu l'occasion de voir des vertèbres provenant de Bellicourt (Aisne) et de Beauval (Somme).

(*C. R. Acad. des Sc. Paris*, 28 décembre 1896.)

Esquisse d'une théorie sur l'origine des multiples nappes lacustres de l'Afrique équatoriale.

En 1893 le Dr. D Kerr-Cross a exploré les collines situées au nord du lac Nyassa; cette région renferme quelques petits lacs volcaniques dont l'explorateur a fait une description minutieuse. L'examen de ces curieux lacs de cratère a conduit le Dr D. Kerr-Cross, qui a visité la ligne de partage des eaux du continent noir dans l'Afrique centrale, à esquisser une théorie sur l'origine des multiples nappes lacustres du pays. Tout le centre de l'Afrique fut, selon lui, à une certaine époque, une vaste mer de laquelle ont émergé les chaînes de montagnes, en produisant de grands lacs terrestres, dont les uns sont devenus des lacs sans écoulement, d'autres des lacs salés, et dont d'autres enfin se sont desséchés. Des éruptions volcaniques ont aussi parfois, et c'est le cas pour les lacs dont il vient d'être question, contribué à la formation des lacs de l'Afrique équatoriale.

(*Bull. Soc. de Geogr. Paris*, 4e Trim., 1896, Rapport.)

Effets d'une recrudescence sismique sur le fond de la mer Caspienne.

La recrudescence sismique qui s'était manifestée l'année dernière, avec centre apparent dans la mer Caspienne, se continue et s'est révélée par de nouveaux phénomènes éruptifs sous-marins. A la suite du tremblement de terre du 27 juin, le fond de la mer a subi de nouvelles modifications. Il s'est formé de nouveaux îlots émergeant avec des récifs et des écueils, dont le relevé exact s'impose, en vue de la sécurité de la navigation dans ces parages.

(*Bull. Soc. de Géogr. Paris*, 4e Trim., 1896, Rapport.)

Sur une disposition particulière des dunes en Tunisie (par V. Cornetz, Ingénieur civil).

Dans une étude géographique sur le Sahara Tunisien, l'auteur donne quelques renseignements d'un grand intérêt sur l'Areg (c'est-à-dire région de dunes de sable) tunisien.

D'après M. Rolland les sables proviennent d'une érosion, par les vents, de terrains d'atterrissement du Sahara quaternaire. Ces sables venant donc d'Algérie, recouvrent une grande partie des reliefs du Sahara crétacé tunisien. Le relief du sol entre pour beaucoup dans la répartition du sable et dans l'arrangement des dunes. Ainsi un *groupe* rocheux (appelé *gours*, pluriel de *garet* = terrain rocheux) produit, sous l'influence des vents, des remous suffisamment puissants pour que le terrain environnant le groupe reste libre de sable.

Néanmoins l'influence des vents dominants paraît la plus importante ; elle décide de la direction des chaînes de dunes principales et secondaires.

On voit au N. de Bir er Reçof de longues vagues de sable ; ces chaînes ont leur pente d'arrivée au S-O., et leur pente de chute au N-E. Le sable s'amoncelle le long d'une chaîne en nombreux sommets ; le vent dominant ici, celui du S-O., chasse le sable des sommets en avant de la chaîne ; ce sable arrive à rejoindre la dune suivante lorsque les chaînes sont suffisamment rapprochées, comme dans le voisinage de Bir Debili. C'est ainsi que le sable des sommets arrive à former un petit pont d'une chaîne à l'autre. Il se forme de cette manière de nombreuses chaînes secondaires orientées perpendiculairement au sens des chaînes principales ou primitives. Ces bas rattachements secondaires, abrités alors du vent dominant, restent sous l'influence des vents ayant libre jeu entre les chaînes principales. C'est ainsi que les dunes de rattachement de Bir-ouled-Hamid ont une pente douce au S-E et une pente raide au N-O.

Les dunes en chaînes, lorsqu'elles se rapprochent à 1 kilomètre de distance environ, deviennent ainsi des dunes en cirques. Dans tout l'Areg visité par l'auteur, on reconnaît toujours le cirque allongé, avec ses quatre sommets, ses deux cols principaux et ses deux ponts bas ou cols secondaires comme éléments types d'une disposition persistante. (D'après le *Bull. Soc. de Géogr. Paris*, 4e sem., 1896.)

Le Tremblement de terre du 17 décembre 1896

Londres, 18 décembre. — Le tremblement de terre d'hier matin s'est fait sentir sur une étendue très considérable et avec une violence beaucoup plus grande que lors des secousses signalées dans les dernières années.

A Heresford, on a entendu d'abord un bruit souterrain suivi de deux violents craquements et de secousses ; presque tous les habitants sont sortis. Une femme est morte de frayeur.

Les secousses à Glocester ont duré quatre à cinq secondes, elles ont produit des dégâts assez considérables.

Le tremblement de terre semble avoir eu plus de force encore à Ledbury, où, comme sur bien d'autres points, on a entendu tout d'abord un bruit intense assez semblable à celui que le vent produit au milieu des arbres d'une forêt pendant un ouragan. Aussitôt après le bruit, une secousse violente s'est produite. Tous les habitants en entendant leurs sonnettes sonner, leurs mobiliers s'agiter, leur vaisselle se choquer, se sont précipités dans les rues.

Les mêmes symptômes se sont produits dans le district de Stroud. Les vibrations ont duré une minute et demie à Tewkesbury. Deux vibrations distinctes, durant chacune plusieurs secondes, ont été ressenties à Oxford et dans le pays avoisinant, sans toutefois causer de dégâts.

On a ressenti le tremblement de terre très près de Londres, dans la zone nord-ouest de la ville : Widcombe, Cookham, Slough, Windsor, Uxbridge. Les secousses n'ont produit que de légers dégâts à Birmingham, où quatre chocs distincts ont été ressentis. Elles paraissent avoir été plus violentes à Manchester. Un violent coup de tonnerre a éclaté à Liverpool ; il a été suivi par des éclairs, une terrible pluie de grêlons et par le tremblement de terre. Les secousses ont duré quinze secondes à Sheffield.

A Wolverhampton, on a ressenti une première secousse à quatre heures et une plus violente à cinq heures et demie.

C'est à cette dernière heure que le tremblement de terre a été ressenti partout ailleurs.

Les secousses ont été précédées à Warmington par un violent coup de tonnerre. Les vibrations ont duré près d'une minute à Bristol et à Clifton.

Le mouvement sismique a produit les mêmes effets et causé une forte terreur à Pont-y-Pridd, à Swansea, à Cardiff, à Dorchester, à Winchester, à Buckingham, à Reading et partout où il a été ressenti.

Dans le comté de Gloucester, on a constaté que l'ondulation s'était propagée de l'ouest à l'est.

Sur plusieurs points on signale que des ouvriers se rendant à leur travail ont été renversés par la secousse.

Les troubles sismiques se sont étendus à tout le pays de Galles et, en Angleterre, jusque dans le Lancashire au nord, jusqu'au Lincolnshire et au Heresfordshire à l'est et jusqu'au Gloucestershire, au sud d'Heignant, les faubourgs de Londres, de Highgate et de Ealing.

Dans la ville de Londres proprement dite, il ne semble pas que les secousses aient été ressenties.

Les dépêches de province racontent que, dans plusieurs villages, les habitants effrayés ont cru que la fin du monde arrivait; du reste, les récits les plus étranges arrivent de plusieurs points: c'est ainsi que les habitants de Bridgenorth ont vu les rues tout en feu immédiatement avant la secousse.

Le château de la Patti, à Craig-y-nos a été ébranlé par la secousse qui a duré dix secondes, mais sans causer de dégâts. *(La Gazette*, 22 décembre 1896.)

MAROC. — Tremblement de terre.

Tanger, 21 décembre. — Des secousses de tremblement de terre très violentes ont été ressenties à Laraische, Mesquinez, Cherada et Fez.

Dans cette dernière ville, plusieurs maisons du quartier juif ont été détruites. La population, terrorisée, s'est enfuie dans la campagne.

Des secousses se sont produites, au moment de la prière, dans la grande mosquée; les fidèles se sont enfuis en invoquant Allah et Mahomet à leur secours.

(La Gazette, 23 décembre 1896.)

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE DE CLOTURE

DE L'EXERCICE 1896

tenue, par décision spéciale, le 17 février 1897

Présidence de M. **L. Dollo**, *Président.*

La séance est ouverte à huit heures et demie.

Le procès-verbal de l'assemblée générale du 24 décembre 1895 est adopté.

Discours annuel du Président.

MESSIEURS,

Selon l'usage, je viens vous rendre compte des travaux de la Société pendant l'année 1896.

Dans le courant du dernier exercice, nous nous sommes réunis neuf fois en assemblées mensuelles ordinaires, et deux de ces séances ont été consacrées aux applications, cinq fois pour des excursions sur le terrain et trois fois pour des conférences ou causeries.

Lors des assemblées mensuelles, la *Géologie* a donné lieu à d'intéressantes communications de MM. *Bayet* (sur quelques dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse), *Bernays* (sur les sables diestiens à Isocardia cor), *Cornet* (sur les formations superficielles du Congo), *Dormal* (sur les bassins miniers du Luxembourg), *Harmer* (sur les dépôts pliocènes des Pays-Bas), *Van den Broeck* (sur les affaissements du sol et sur le Bolderien).

La *Paléontologie* a été l'objet des travaux de MM. *Bommer* (sur divers points de paléontologie végétale), *Dollo* (sur le Miosiren et l'Évolution des Siréniens), *Dormal* (sur les Ammonites du Jurassique belge), *Rutot* (sur la faune du Hervien), *Storms* (sur des Poissons nouveaux de l'Eocène de Belgique).

L'*Hydrologie* a été représentée par les études de MM. *Choffat* (les eaux alimentaires de Lisbonne), *Hans* (les irrigations aux États-Unis), *Van den Broeck* (recherche de l'eau dans les terrains primaires de la Belgique).

Toutes ces recherches figureront dans nos *Mémoires*, qui comprendront, cette année, comme d'ordinaire de nombreuses planches.

Mais, outre les douze communications dont je viens de parler et qui, par leur étendue, ne pouvaient être insérées dans nos *Procès-Verbaux*, nous avons encore entendu vingt-quatre autres dissertations, qui se répartissent de la manière suivante.

Huit pour la *Géologie*, dues à MM. Arctowski, Fisch, de Munck, Rutot, Van den Broeck.

Neuf pour la *Paléontologie*, dues à MM. Dollo, Pergens, Rutot, Van den Broeck.

Sept pour l'*Hydrologie*, dues à MM. Kemna, Lancaster, Rutot, Veeren, Van den Broeck.

Parmi ces communications, moins volumineuses, mais non moins importantes, je dois mentionner spécialement les recherches de M. Rutot sur l'ancien réseau fluvial de la Belgique.

Nous sommes allés cinq fois sur le *terrain*, y compris notre session annuelle extraordinaire.

Dans l'une de ces excursions, nous avons visité la vallée de la Senne, sous la direction de MM. les commandants Cuvelier et Paquet. Ainsi que vous vous en souvenez bien certainement, nous avons étudié alors sous la conduite de nos savants guides le terrain silurien. M. Rutot a eu, en outre, la complaisance de nous donner quelques explications sur les couches tertiaires rencontrées dans cette course. Vous aurez l'occasion de lire dans le recueil de 1897 le compte rendu détaillé de l'excursion : MM. Cuvelier et Paquet sont occupés à le préparer en ce moment.

Deux autres excursions ont été consacrées à la visite de la nouvelle Avenue de Tervueren, sous la direction de M. Rutot. Les faits les plus importants observés à cette occasion ont été soigneusement notés par notre distingué confrère et seront publiés dans le Bulletin de la Société.

Enfin, comme l'Hydrologie, chez nous du moins, ne perd jamais ses droits, cette branche de la Géologie appliquée a eu aussi son excursion à Comblain-la-Tour, excursion qui fut conduite par MM. Poskin et Van den Broeck.

J'arrive, maintenant, à notre session extraordinaire. Je n'ai pas l'intention de vous en donner, ici, un compte rendu, même succinct. Comme d'habitude, le soin de la préparer a été confié à des spécialistes. Je vous rappellerai, cependant, que nous nous proposions surtout d'étudier, alors, le tertiaire des Limbourgs belge et hollandais, le Crétacé des environs d'Aix-la-Chapelle et les manifestations volcaniques des Siebengebirge.

Pendant les premiers jours, ce fut notre dévoué Secrétaire, M. Van den Broeck, puis M Erens, qui voulurent bien nous servir de guide. Dans le voisinage d'Aix-la-Chapelle, malgré un temps exécrable, nous fûmes dirigés par l'éminent géologue, M. le professeur Holzapfel, du Polytechnicum de cette ville, accompagné de M. le docteur Dannenberg, privat-docent au même établissement scientifique. Enfin, dans les Siebengebirge, nous fûmes conduits par notre excellent confrère M. Stürtz, qui, avec notre infatigable secrétaire, avait organisé de merveilleuse manière toute la partie matérielle de l'excursion.

Comme ceux qui y furent présents s'en souviennent, les premiers jours de la course ont été contrariés par une pluie diluvienne. Mais nous tînmes bon, et des jours ensoleillés vinrent nous récompenser, en nous séchant, dans cette admirable région des bords du Rhin, où nous ne pûmes passer, hélas, que de trop courts jours.

Sans parler ici des choses intéressantes, artistiques ou simplement curieuses, que nous fûmes appelés à voir, en cette circonstance, à côté des observations géologiques, je vous rappellerai cependant encore, pour en finir avec ce sujet, la visite au Polytechnicum d'Aix-la-Chapelle.

D'autre part, durant l'exercice 1895, nous avons eu trois *conférences* ou causeries : deux par M. Kemna (sur la vie et l'œuvre de P.-J. Van Beneden) et une par le R. P. Schmidt (sur l'âge de la Houille).

Mais notre Société a encore manifesté son activité dans d'autres directions.

Nous avons témoigné notre intérêt à l'*Expédition belge antarctique* en lui accordant un subside en rapport avec l'état de nos finances.

Nous avons également soutenu la publication d'une *Carte Hydrographique de la Mer du Nord* par M. l'Ingénieur Van Mierlo, et nous ferons paraître, ultérieurement, dans notre Bulletin la *Carte géologique et lithologique* de la même région.

Nous avons délégué, pour représenter la Société, MM. les docteurs Félix et Poskin au *Congrès international d'Hydrologie* de Clermont-Ferrand. Un rapport détaillé a été inséré dans nos recueils à cette occasion.

Sur la proposition de M. Van den Broeck, nous avons décidé que ceux d'entre nous qui sont plus particulièrement aptes à traiter ces sujets s'occuperont de la question de l'utilité de l'*approfondissement des puits artésiens dans les terrains primaires*, et qu'une carte de l'extension souterraine de ces terrains serait publiée.

A propos du mémoire de M. Worré, il a également été entendu que

MM. Lancaster, Rutot et Van den Broeck mettraient à l'étude ce point important : *la pénétration des pluies dans le sol.*

Enfin, sur l'initiative de notre Secrétaire, le Gouvernement a décidé la création d'une *Section des Sciences* à l'Exposition internationale de 1897. Vous savez le rôle important que la Société se propose d'y jouer. Il n'est plus besoin aujourd'hui d'insister là-dessus, les nombreuses réunions que nous avons eues à cet égard nous ayant suffisamment éclairés. Au surplus, signaler que tout l'état-major de la Société figure parmi les organisateurs, c'est assez dire, je crois, l'intérêt que nous portons au succès de l'œuvre.

Vous parlerai-je, maintenant, de nos traductions et reproductions ?

Vous entretiendrai-je de notre section des *Matériaux de Construction,* qui prend chaque jour plus d'ampleur et dont les savants étrangers les plus éminents tiennent eux-mêmes à faire partie ?

Cela nous mènerait trop loin, et je suis convaincu que ce que j'ai dit jusqu'à présent suffira pour vous convaincre que, pendant l'année dernière, la Société n'a pas décliné, mais que, bien au contraire, elle a joué, et elle est appelée à jouer un rôle de plus en plus important dans l'avenir, tant dans la science pure que dans le domaine des applications économiques.

Si nous abordons, maintenant, la question des *échanges* pour notre bibliothèque, nous voyons que, là aussi, nous sommes en progrès, comme en témoignent les nombreux recueils que nous voyons étalés à chaque séance mensuelle.

Ces dernières, ainsi que je le constatais avec plaisir l'an passé, sont toujours très fréquentées, je dirais mieux encore, plus fréquentées, si je ne craignais d'être taxé d'exagération par les absents. Et, cependant, les nombreux membres qui assistent à nos réunions mensuelles savent que ce n'est là que l'expression de la vérité.

Le Bureau vous est reconnaissant, Messieurs, de ces marques d'intérêt. Il voit avec satisfaction que ses efforts sont appréciés, et vous pouvez être convaincus qu'il s'efforcera de les multiplier dans l'avenir.

On nous a demandé des cours pour ceux de nos membres qui, par leurs occupations professionnelles, sont un peu brouillés avec la Géologie, science qui fut parfois enseignée jadis — car aujourd'hui cela ne se voit plus — par des maîtres qui lui étaient aussi étrangers que leurs élèves.

Nous étudions la question et, dans la mesure du possible, nous tâcherons d'y donner satisfaction.

Un point capital pour notre vitalité, c'est aussi le *nombre des membres* sur lesquels nous prélevons une cotisation, car c'est de là, au moins

en partie, que nous tirons les ressources nécessaires à la publication de notre Bulletin.

Nous vous demandions l'an dernier 17 nouveaux membres effectifs, afin d'atteindre le chiffre de 300. J'ai le plaisir de vous annoncer que nous en avons recueilli 29 : nous sommes aujourd'hui 312 effectifs, et, en tout, 420 membres, à des titres divers, de la Société ! La situation est donc excellente sous ce rapport. Mais comme qui ne progresse pas recule, il ne faut pas nous arrêter en si beau chemin. Continuons donc notre propagande, car tous les Belges adultes ne font pas encore partie de la Société.

Arrivé ici, Messieurs, il nous faut changer de ton. La nature est faite de contrastes. Et après les joies, viennent les peines.

Nous avons eu le malheur de perdre 6 membres pendant l'exercice écoulé : trois honoraires, un associé étranger et deux effectifs.

DAUBRÉE, cet homme de génie, qui osa créer une nouvelle branche de la géologie, et dont les travaux ne furent pas seulement appréciés dans sa patrie, mais, partout, à l'étranger. Sa *Géologie expérimentale* traduite en allemand, est un livre qui restera. Ce fut véritablement, selon l'expression de nos confrères d'Outre-Rhin, un « bahnbrechender Mann ».

PRESTWITCH, l'éminent géologue d'Oxford, avec lequel la Belgique, qu'il vint étudier, eut des attaches plus intimes. On se souviendra de l'intérêt particulier qu'il portait à la Société, quand je rappellerai le présent qu'il lui fit d'un magnifique exemplaire de l'ouvrage, devenu si rare, du Chevalier de Burtin, qu'il tira pour nous de sa bibliothèque.

BEYRICH, le savant professeur de l'Université de Berlin, dont le nom restera inoubliable pour nous, puisqu'il fut le créateur de l'Oligocène.

BORNEMANN, un spécialiste distingué en matière de Cambrien et auquel on doit d'importants travaux sur la Sardaigne.

LOUIS DE BUSSCHERE, un assidu de nos séances, dont le caractère aimable était apprécié de tous. Ce n'était pas un géologue, mais il a laissé ailleurs des traces de son activité.

MICHELET, enfin, qui représentait aussi chez nous les Ingénieurs, dont le rôle n'est pas moindre dans une Société comme la nôtre que celui des Naturalistes, en raison même de la grande part que nous faisons aux applications.

Le souvenir de tous ces confrères défunts persistera parmi nous, car leur savoir et leur dévouement aux intérêts de la Société ont laissé dans notre esprit des traces ineffaçables.

Permettez-moi, maintenant, de revenir à ceux d'entre nous qui, en 1896, ont été l'objet de distinctions, pour les féliciter en votre nom.

Mon vénéré maître, et notre ancien Président, Monsieur le Professeur J. GOSSELET, de l'Université de Lille, a été promu Officier de la Légion d'honneur, et, à cette occasion, ses anciens élèves et ses amis lui ont offert son portrait gravé, en grand costume d'apparat de Doyen de la Faculté des Sciences ;

Deux de nos membres honoraires, MM. MARCEL BERTRAND et MICHEL LÉVY, ont été élus Membres de l'Institut de France ;

Un de nos membres effectifs, M. DOUVILLÉ, a reçu le prix Fontannes, de l'Académie des Sciences de Paris ;

Un autre de nos membres honoraires, M. CH. BARROIS, et un de nos membres associés étrangers, M. DOLLFUS, ont été élus Président de la Société Géologique de France, l'un pour 1896, l'autre pour 1897.

Notre dévoué secrétaire, M. VAN DEN BROECK, a été nommé secrétaire de la Section des Sciences à l'Exposition de 1897, et M. VAN OVERLOOP, membre effectif de la Société, Commissaire du Gouvernement auprès de ladite Section.

Enfin, MM. DETHY, DE SCHRIJVER, PETERMANN, PROOST ont été promus officiers de l'ordre de Léopold. MM. VAN BOGAERT et SEULEN ont été nommés chevaliers.

S'il y en a que j'oublie, qu'ils veuillent bien me le pardonner ! Nous félicitons vivement tous ces membres des hautes distinctions qu'ils ont obtenues et nous les remercions du lustre que l'estime qu'ils ont ainsi su mériter par leurs travaux fait rejaillir sur la Société.

En terminant, je suis heureux, Messieurs, de pouvoir adresser en votre nom des remerciements :

1° Au *Conseil d'Administration de l'Université*, qui a continué à nous accorder l'hospitalité dans les locaux de cette institution scientifique ;

2° Aux pouvoirs publics, l'*État et le Conseil provincial de Brabant*, qui ont continué à nous aider de leurs subsides pour nous permettre de publier notre Bulletin ;

3° A notre Trésorier M. GILBERT, et à M. BÉCLARD, qui l'a aidé, pour la peine qu'ils se sont donnée de maintenir nos finances en bon état.

4° A nos Secrétaires, MM. VAN DEN BROECK et RUTOT, qui, comme toujours, ont été les véritables organisateurs de la victoire, et sans lesquels la Société belge de Géologie ne pourrait continuer à exister.

Dans un instant, M. le Secrétaire vous donnera communication des décisions prises par le Conseil dans sa dernière séance. Permettez-moi d'anticiper sur ce qu'il vous dira en vous annonçant que l'importante question de l'organisation de notre *Bibliothèque* est enfin résolue.

Au moment de quitter la Présidence, c'est un devoir agréable pour moi, Messieurs, de vous remercier encore de l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant à diriger vos travaux pendant deux exercices. Je ne suis pas moins heureux de vous exprimer toute ma gratitude pour les nombreuses facilités que, tous, vous m'avez accordées dans l'accomplissement de ma tâche.

Fixation des jours et heures des séances mensuelles et des séances d'application.

Aucune modification n'est apportée aux décisions des précédentes assemblées générales. Les séances mensuelles auront donc lieu, comme antérieurement, le dernier mardi de chaque mois, sauf pendant les vacances d'août et septembre.

Des séances d'applications géologiques pourront avoir lieu à des dates qui seront fixées par le Bureau.

TABLEAU INDICATIF DES JOURS ET HEURES DE SÉANCE

ANNÉE 1897

Janvier,	Mardi	26, à 8 1/2 heures.	*Juillet,*	Mardi	30, à 8 1/2 heures
Février,	Mardi	17, à 8 1/2 heures.	*Août,*	Vacances.	
Mars,	Mardi	30, à 8 1/2 heures.	*Septembre,*		
Avril,	Mardi	27, à 8 1/2 heures.	*Octobre,*	Mardi	29, à 8 1/2 heures.
Mai,	Mardi	25, à 8 1/2 heures.	*Novembre,*	Mardi	30, à 8 1/2 heures.
Juin,	Mardi	29, à 8 1/2 heures.	*Décembre,*	Ass. Gén.	Mardi 28, à 8 1/2 h.

Les séances auront lieu à l'*Université libre* (entrée par la rue des Sols) et commenceront à 8 1/2 heures précises.

L'Assemblée générale annuelle du 28 décembre pourra être précédée, s'il en est besoin, d'une séance ordinaire.

Fixation du chiffre de la cotisation et des prix de vente et d'abonnement des publications.

Aucune modification aux décisions antérieures n'est apportée ni demandée par l'assemblée.

Il est décidé qu'une nouvelle série du Bulletin commencerait avec le tome XI (1897) du Bulletin et qu'une *table décennale*, très détaillée, serait publiée pour la première série.

Approbation des comptes de l'année 1896 et Rapport du Trésorier.

M. *le Trésorier* donne lecture du rapport suivant :

RAPPORT DU TRÉSORIER.

MESSIEURS,

Ainsi que vous pourrez le constater par l'exposé que je vais avoir l'honneur de vous faire, notre situation financière, arrêtée à la date du 31 décembre 1896, est satisfaisante.

Nous avons pu faire face à nos frais généraux ordinaires, consacrer à nos publications une somme relativement importante et réaliser un boni de quelques centaines de francs qui nous permet de couvrir, sans engager l'avenir, notre souscription à l'expédition prochaine au Pôle Sud et les frais de publications extraordinaires et des conférences de notre décennaire.

Ce résultat est dû surtout à l'appui matériel des pouvoirs publics et à l'admission de 45 nouveaux membres.

Notre projet de budget pour 1897 prévoit une recette de 7.000 francs. Elle nous permettra, tout en réservant une somme de 5.300 francs pour le tome XI du Bulletin, ce qui représente le coût d'un de nos plus forts volumes, de supporter les frais supplémentaires occasionnés par le déplacement de la Bibliothèque et par la confection d'un inventaire pratique nécessité par son développement considérable.

Le Fonds de la « *Carte pluviométrique* » a peu varié. Nous restons en possession d'une somme de fr. 1967,67 pour faire face à la publication du fascicule II.

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1896.

Recettes.

Encaisse au 12 décembre 1895	fr.	4696 34
Droits d'entrée		175 00
Cotisations de l'exercice en cours		3405 00
Cotisations d'exercices antérieurs		150 00
Versements anticipés		30 00
Vente de publications		260 00
Subsides de l'État (1895) et de la Province du Brabant (1896)		2000 00
Revenus du portefeuille		120 00
Comptes d'ordre		36 00
Total des recettes	fr.	10872 94

Report. . fr.			10872 94

Dépenses.

Solde de l'impression et des planches du tome VIII (1894). . . . . fr.		962 79	
A valoir sur l'impression et les planches du tome IX (1895) . . . . . fr.		3298 49	
A valoir sur l'impression et les planches du tome X (1896). . . . . fr.		436 68	
FRAIS GÉNÉRAUX :			
Conférences et excursions; bibliothèque; secrétariat; circulaires; convocations; expéditions diverses ; fournitures de bureau ; meuble pour la bibliothèque; menues dépenses diverses. . fr.	1446 60		
Comptes d'ordre	15 00		
fr.		1461 60	
Total des dépenses. . fr.			6159 56
Encaisse à ce jour. . fr.			4713 38

Il reste à recevoir pour l'exercice 1896 .

Droits d'entrée . . . . . fr.	95 00	
Cotisations	780 00	
Cotisations arriérées de 1889 à 1895 (pour mémoire)	» »	
Vente des publications.	1000 00	
Subside de l'État pour 1896	1000 00	
fr.		2875 00
Total probable des recettes. . fr.		7588 38

Par contre, il reste à payer pour le même exercice :

Solde des frais d'impression et des planches du tome IX (1895) . . . . . fr.	2195 00	
Solde des frais d'impression de la planche du Tome X (1896) . . . . . fr.	4883 00	
fr.	7078 00	
Souscription à l'Expédition de Gerlache. fr.	100 00	
Boni, applicable aux frais (brochures, etc.), du décennaire. . . . . fr.	410 38	
D'où balance des recettes et des dépenses. . . fr.		7588 38

L'assemblée approuve les comptes de 1896 tels qu'ils viennent d'être exposés par M. le Trésorier.

Projet de Budget pour l'exercice 1897. *(Suite du rapport de M. le Trésorier.)*

Le projet de budget pour l'exercice 1897, arrêté en séance du Conseil, balance en recettes et en dépenses par une somme de 7155 francs, en tenant compte bien entendu de l'intégralité des subsides de l'État belge et de la province de Brabant; 5355 francs sont réservés, dans ces évaluations, pour la publication du tome XI de notre *Bulletin*.

Fonds spécial de la Carte pluviométrique.

Recettes.

Encaisse du 12 décembre 1895	fr.	1966 67
Intérêts du fonds capitalisé.		60 00
Vente de cartes.		36 00
Total des recettes. . .	fr.	2062 67

Dépenses.

Frais de circulaires et frais d'envois	fr.	95 00
Disponible au 31 décembre 1896, pour le fascicule II. .	fr.	1967 67

Session extraordinaire de 1897 et programme des excursions diverses.

En ce qui concerne la *Session extraordinaire* de 1897, le Conseil n'a pas pris de décision définitive au sujet des propositions à faire à l'assemblée. Il a été question de l'éventualité d'une visite à Bruxelles de la *Société géologique de France*, qui peut-être, profitant, d'une part de l'Exposition de Bruxelles, d'autre part de la route à suivre par de nombreux de ses membres pour se rendre en Russie, où se tient en 1897 le Congrès géologique international, pourrait nous faire l'honneur de visiter la Belgique et particulièrement Bruxelles.

Le programme de notre session extraordinaire, que nous ferions alors coïncider avec cette visite, pourrait être éventuellement dans ses grandes lignes le suivant, proposé par le Conseil et qui reçoit l'approbation de l'assemblée :

Se rendre à Lille, au devant de nos confrères français. Visite des carrières de Tournai et du Mont Saint-Aubert.— Études de géographie physique et du Cambrien de la Vallée de la Senne. Carrière à pavés de Quenast.— Bruxelles : quartier général. Visites et conférences à l'Exposition (Section des Sciences). — Courses dans le Brabant (région de Louvain à Tirlemont). Éocène moyen et supérieur. Oligocène (Ton-

grien et Rupelien). Miocène (Bolderien). Pliocène (Diestien). — Visite aux briqueteries de Boom (Oligocène). Promenade en steamer de Tamise (Oligocène) à Anvers (Miocène et Pliocène). — Départ pour la Russie des membres de deux Sociétés qui se rendront au Congrès.

Dans le cas où le projet de nos collègues français ne pourrait se réaliser, le Conseil propose une course de 4 à 5 jours à Liége, Chaudfontaine, Spa, avec visite aux Hautes Fagnes et à Salm, avec retour éventuel par la région des travaux de captation et d'adduction des sources de la vallée du Bocq.

Des projets d'excursion dans les régions du Norfolk et du Suffolk sont encore présentés, ainsi qu'un itinéraire dans les Vosges et en Ardenne.

L'assemblée décide de laisser au bureau le choix entre ces divers projets et aucune résolution immédiate n'est prise.

Un programme d'excursions diverses d'une journée (le dimanche principalement) est ensuite adopté, mais il est à prévoir que c'est l'Exposition de Bruxelles, les visites, démonstrations et conférences auxquelles donneront lieu les exhibitions géologiques de la Section des Sciences de l'Exposition qui nous réuniront le plus souvent.

Communication du Conseil.

M. *le Secrétaire* donne communication d'une série de décisions du Conseil, relatives aux publications, à la bibliothèque, à l'Exposition, aux statuts, etc.

En ce qui concerne la bibliothèque, une heureuse combinaison va la rendre bien plus accessible qu'auparavant. A partir de 1897, elle sera déposée dans les locaux du *Service géologique*, 2, rue Latérale, et réunie à la bibliothèque dudit Service, sans y être confondue. Ce n'est pas une cession que fait la Société, mais un simple *dépôt*, dont nous pouvons à volonté réclamer le retrait. Nos collègues y trouveront l'avantage, outre du prêt au dehors des livres appartenant à la Société de pouvoir, dans les mêmes locaux, ouverts au public de 9 heures à 5 heures, consulter sur place la riche bibliothèque géologique et technique du Service, en même temps que tous les documents, échantillons et livres manuscrits au 20,000e de la Carte géologique. Il sera organisé de nos livres un catalogue par fiches *en double série* (1° par noms d'auteurs ; 2° par matières systématiquement groupées).

En ce qui concerne l'*Exposition*, le Conseil a ratifié les projets déjà connus de la Société et qui se résument dans les trois points suivants : Organisation, au sein de la classe de géologie dans la Section des

Sciences : 1° d'une *Exposition collective de la Société*, en faveur de laquelle il est fait un pressant appel à nos collègues ; 2° d'une *Exposition de matériaux de construction* d'origine belge, employés en Belgique, ou pouvant l'être ; 3° d'une série de *Conférences, causeries* et *promenades scientifiques*, surtout faites dans la *Section des Sciences* de l'Exposition internationale de Bruxelles et dans ses dépendances (salle de Conférences pour projections, etc.). Le Conseil prie MM. les conférenciers de la Société de bien vouloir s'inscrire le plus promptement possible.

Le Conseil a pris en faveur de nos *membres associés régnicoles* quelques décisions qui leur permettront à l'avenir de recevoir régulièrement : A) les comptes rendus des excursions annuelles extraordinaires. C'est ainsi que le compte rendu de la course dans le Boulonnais (1893) qui vient de paraître, rédigé par M. A. Hankar, va leur être distribué, en application de cette mesure ; B) les comptes rendus des assemblées générales annuelles. De plus, tous les membres indistinctement de la Société, à quelque catégorie qu'ils appartiennent, belges et étrangers, recevront la *Brochure spéciale du Décennaire* (1887-1896), dont la première partie, rédigée par notre collègue du Conseil M. *J. Hans*, vient d'être distribuée en séance. Cette brochure qui, complète, formera un travail d'environ 80 pages, retracera l'œuvre accomplie par la Société, surtout dans le domaine des applications pratiques. Tirée à un grand nombre d'exemplaires, dans un but de propagande, la brochure du décennaire sera mise en vente à un bas prix (0.25) à l'Exposition, dans les locaux de la Section des Sciences.

Ainsi que l'a annoncé M. le Président dans son discours, il est organisé une série de conférences dites du décennaire, M. le professeur *Renard* en a promis trois, destinées à retracer l'histoire des sciences minérales ; M. *L. Dollo* parlera de l'Amour maternel chez les animaux ; M. *A. Rutot* fera défiler devant nous une nombreuse collection de clichés rappelant la série des excursions les plus intéressantes faites de 1892 à 1896. Il sera fait appel à la bonne volonté de quelques collègues étrangers pour compléter ce programme et déjà nous pouvons escompter une promesse formelle du distingué et savant spéléologue M. *Martel*, nommé cette année membre associé de la Société.

Le Conseil a exprimé le désir de voir les 10 premiers volumes du Bulletin de la Société complétés par une *table décennale des matières*. Cette table reprendra pour les volumes du 1887 à 1896 c'est-à-dire pour l'ensemble de la période décennale, la classification méthodique de tout ce qui a été signalé en géologie, paléontologie et hydrologie

pour *les diverses localités* de la Belgique mentionnées dans le Bulletin. Outre une table générale par *nom d'auteur* et une autre par *ordre de matières*, la table décennale fournira le tableau des *puits artésiens* décrits ou cités dans le Bulletin, avec toutes les références nécessaires.

Le volume XI (1897) qui commencera la 2e série de nos publications, comprendra, outre la reproduction de la circulaire qui a été envoyée à l'occasion de la formation des matériaux de construction, un catalogue spécial des objets, documents et collections exposés dans la classe 83 (géologie) de la section des sciences de l'Exposition ainsi qu'un catalogue spécial de la collection des matériaux de construction, actuellement en voie de formation.

La brochure des Statuts étant épuisée, on commencera le volume XI (1897) ou volume de la deuxième série par la réédition des Statuts revisés.

Le Conseil enfin a décidé d'accorder une délégation spéciale aux membres de la Société qui se rendront en Russie à l'occasion du Congrès géologique international.

Présentation par le Conseil de nouveaux membres honoraires et associés étrangers.

Le Conseil régularise, conformément aux Statuts, la nomination faite par l'Assemblée mensuelle du 31 mars 1896 de M. *E. Martel* en qualité d'*associé étranger*.

Le Conseil proclame *membre honoraire :*

M. *A. P. Karpinsky*, Membre de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, Directeur du Comité géologique de Russie et Président du Comité d'organisation géologique international de 1897.

Le Conseil proclame *membre associé étranger :*

M. *Jules Lambert,* Paléontologue, Juge au Tribunal civil de Reims.

Les présentations suivantes sont faites par les membres du Bureau :

1° *En qualité de membre effectif :*

M. *Célestin Poiry*, Maître de carrières, Avenue Louise, à Bruxelles.

2° *En qualité d'associés régnicoles :*

M. *L. Bourgeois,* Comptable au Musée royal d'Histoire Naturelle, 18, rue Froissart, à Bruxelles.

M. *J. Weyers*, Naturaliste explorateur, 35, rue Joseph II, à Bruxelles.

Ces nominations sont votées à l'unanimité par l'Assemblée.

Élection de nouveaux membres du Comité de matériaux de construction.

Sur la proposition du Conseil l'Assemblée élit :

MM. *L. Dollo*, *L. Bayet*, *J. Gosselet* et *A. Renard*, membres du Comité des matériaux de construction.

La révision des Statuts, projetée depuis longtemps, devant se faire à bref délai, pour permettre l'impression des Statuts revisés en tête du premier volume de la deuxième série du Bulletin, l'Assemblée, sur la proposition du Conseil, charge MM. *Cuvelier*, *Jottrand* et *Willems* de présenter un projet de rédaction nouvelle.

ÉLECTIONS

L'ordre du jour appelle ensuite l'élection des membres du Conseil et du Bureau.

Élection du Président.

Est nommé Président, en remplacement de M. *L. Dollo* non rééligible, M. *A. Renard*, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur à l'Université de Gand.

Élection de quatre Vice-Présidents.

Sont nommés Vice-Présidents : MM. *L. Dollo*, *A. Houzeau*, *A. Rutot* et *X. Stainier*.

Élection des délégués du Conseil.

Sont nommés délégués du Conseil, avec M. *G. Jottrand*, qui est en fonction, MM. *Th. Gilbert*, *J. Hans* et *V. Jacques*.

Élection des membres du Conseil.

Sont nommés membres du Conseil : MM. *J. Cornet*, *H. de Dorlodot*, *C. Klement*, *M. Mourlon*, *R. Storms* et *J. Willems*.

Élection de la Commission de vérification des comptes.

Sont nommés membres de cette Commission : MM. *Béclard*, *Rabozée* et *Paquet*.

Élection de la Commission de publication.

Sont réélus : MM. *G. Jottrand*, *A. Houzeau*, *V. Jacques*.

Élection du Bureau de la Section d'hydrologie et d'applications géologiques.

Est nommé Président : M. *A. Houzeau;* Sont nommés Vice-Présidents : MM. *E. Cuvelier*, *G. Jottrand*, *A. Lancaster*, *Cl. Van Bogaert*. Est nommé Secrétaire : M. *A. Rutot*.

M. le Président, avant d'installer le nouveau Bureau pour 1897, prononce **à l'occasion de la Célébration du 10e anniversaire de la fondation de la Société le discours suivant** (1).

DISCOURS DE M. L. DOLLO,

Président de la Société,

PRONONCÉ A L'OCCASION DE LA CÉLÉBRATION

DU PREMIER DÉCENNAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

MESSIEURS,

Nous voici donc arrivés encore au jour anniversaire de la fondation de notre Société, — et, cette fois, après dix années d exercice.

Comme le fit remarquer, jadis, ave beaucoup de raison, dans un de ses fameux discours à l'Académie de Berlin, l'illustre physiologiste Dubois-Reymond, c'est là une date qui ne nous préoccuperait pas d'une manière spéciale, — si la nature ne nous avait donné dix doigts.

En effet, il ne saurait y avoir de doute là-dessus, c'est bien sur son propre corps que l'homme a puisé l'idée de la numération décimale, — et si, de même que les chevaux, nous n'avions qu'un seul doigt à chaque main, il est infiniment probable que nous nous réunirions tous

(1) Cet extrait de l'Assemblée générale extraordinaire du 17 février 1897 a déjà été fourni parmi les documents du Décennaire, inséré dans le présent tome X du Bulletin. Malgré cette publication, force nous est, dans ce Procès-Verbal de la séance du 17 février 1896, de reproduire ici à sa place normale le discours anniversaire de M. le Président.

les deux ans, et non à chaque décade, pour célébrer d'abord devant un tapis vert, ensuite autour d'une nappe blanche, le retour du jour anniversaire de la fondation de la Société.

Résisterions-nous à un pareil régime? Je ne sais. Quoi qu'il en soit, puisque la Nature en a décidé autrement, occupons-nous de notre premier Décennaire.

La pensée qui vient immédiatement à l'esprit, en cette circonstance, c'est de revoir ensemble, avec quelque détail, le chemin parcouru, de résumer ici les travaux que nous avons accomplis pendant les dix dernières années.

Mais cette tâche, par le fait même que nous avons beaucoup travaillé (qu'il nous soit permis de nous rendre cette justice!), n'est ni aussi simple, ni aussi facile qu'on serait tenté de l'imaginer tout d'abord.

C'est pourquoi je suis heureux de pouvoir vous annoncer qu'un de nos amis les plus dévoués, M. l'ingénieur *Hans*, membre du Conseil de la Société, a bien voulu s'en charger et, après y avoir consacré beaucoup de temps, l'a menée à bonne fin.

La notice de M. Hans, précisément parce qu'elle est très complète, est malheureusement trop étendue pour qu'il soit possible d'en donner lecture en séance; mais vous venez de la recevoir et vous pourrez ainsi en prendre aisément connaissance.

Que me reste-t-il à faire, dès lors? A vous présenter un résumé fort bref de nos travaux, en me bornant aux grandes lignes.

Rien n'est plus facile que de former des projets. Rien de plus difficile que de les réaliser, surtout s'ils ont quelque ampleur.

Or, en 1887, nous avons conçu des projets variés; nous nous sommes promis d'exécuter bien des choses.

Dans quelle mesure avons-nous su atteindre les buts divers que nous avions en vue?

Le moment de répondre à cette question est arrivé.

L'article 2 de nos Statuts s'exprime ainsi :

« Elle (la Société) a pour but de concourir aux progrès de la Géologie et de toutes les sciences qui s'y rattachent, en y comprenant notamment la stratigraphie, la paléontologie, l'étude des roches et des minéraux et celle des phénomènes physiques de la nature qui interviennent dans la formation des dépôts, dans la distribution des êtres, etc.

» Elle cherchera à contribuer en particulier à la connaissance du sol de la Belgique et de celui des régions pouvant le plus intéresser ses nationaux, et à mettre en lumière leurs richesses minérales et leurs fossiles.

» Elle a encore en vue de propager le goût des recherches géologiques et paléontologiques, en faisant apprécier l'utilité pratique de la géologie et en développant ses applications économiques, surtout dans la voie de l'hydrologie, limitée toutefois à l'étude et à la recherche des ressources en eaux potables, minérales ou industrielles. »

De tout cela, qu'avons-nous fait?

A tout seigneur, tout honneur. La GÉOLOGIE proprement dite a reçu notre plus sérieuse attention, et nous pouvons affirmer, sans crainte d'être démentis, que nous avons largement contribué à ses progrès.

Les *causes actuelles*, d'où, depuis Lyell surtout, on fait dériver l'explication du passé de notre globe, ont occupé un grand nombre de nos membres. Je ne puis les citer ici. Mais vous trouverez leurs noms dans la notice de M. Hans.

Il y a, dans notre recueil, des travaux sur l'action du vent, sur celle si variable des eaux courantes, sur celle de la glace, sur les sédiments marins actuels, sur les îles coralliennes, sur le vulcanisme, les tremblements de terre, les bruits mystérieux de la mer, etc.

La *stratigraphie* des terrains primaires, secondaires, tertiaires, quaternaires a fait aussi l'objet de nombreuses recherches. Et il ne s'est pas agi seulement ici d'une sèche énumération de couches et de leurs subdivisions (qui constitue, cependant, la base des plus hautes déductions), mais souvent, au moins, de véritables synthèses, faisant revivre les époques disparues jusque dans les profondeurs les plus lointaines de l'histoire de la terre.

Dans cet ordre d'idées, la Belgique, plus que toute autre région, a été le sujet de prédilection de nos confrères. Mais nous ne nous sommes pas bornés là, et jamais nous ne nous sommes désintéressés de l'Étranger, surtout quand on nous présentait des travaux d'une portée un peu générale.

A ce propos, permettez-moi d'appeler votre attention sur ce fait que le *Congo,* discrètement visé par notre article 2, n'a pas été négligé : plusieurs mémoires ont été consacrés, dans notre Bulletin, à la future colonie belge !

La PALÉONTOLOGIE, elle aussi, a été très cultivée : paléontologie pure et paléontologie stratigraphique ; paléontologie animale et paléontologie végétale ; paléontologie des Vertébrés et paléontologie des Invertébrés.

La LITHOLOGIE, à son tour, est représentée dans nos recueils par des travaux de pétrographes belges et étrangers. Et ici, non plus, la variété ne manque pas, car, à côté de recherches sur les roches éruptives, nous en avons d'autres sur les roches sédimentaires.

Cependant, si la Société a atteint son but dans la voie de la Science pure, on peut dire qu'elle a trouvé son véritable triomphe dans celle des APPLICATIONS.

C'est là la cause de son brillant succès, et je me sens d'autant plus à l'aise pour le dire que, par la nature de ma spécialité, je n'ai pas été appelé à y contribuer.

La recherche des eaux potables, minérales ou industrielles, — le tracé de lignes de chemins de fer, — certaines questions d'expertises ayant rapport au sol ou au sous-sol, — l'établissement de cimetières, — les matériaux de construction, — la carte pluviométrique, — la carte agricole, — l'hydrographie maritime, — les gîtes minéraux, — etc., tous ces points de vue si variés, et bien d'autres encore, ont été traités de main de maître dans notre recueil. Grâce à vos soins, ils sont devenus, au moins en partie, des applications de la Géologie.

La DIFFUSION de la Science, dans le domaine réservé à notre activité, a également été l'objet de toutes nos préoccupations.

Rompant avec d'anciennes pratiques, nous avons remplacé la lecture monotone de travaux techniques par un exposé verbal élémentaire, quitte à insérer dans notre Bulletin les mémoires originaux *in extenso*, et dans la forme qui convient aux spécialistes.

Nous avons aussi organisé des conférences, des visites au Musée, des excursions, — le tout, d'un caractère toujours élémentaire, — laissant aux géologues professionnels le soin de résoudre entre eux les points épineux sur le terrain.

Et ainsi, nous avons appelé un très grand nombre de nos membres, quoiqu'engagés dans d'autres carrières, à s'intéresser vivement aux travaux de la Société. Or, il faut bien le dire, c'est encore là une des causes essentielles de notre succès. Il est presqu'inutile de rappeler ici, à ce propos, combien nos séances sont suivies.

Enfin, nous avons collaboré en corps au Projet de Palais du Peuple, qui semble vouloir ressusciter.

Je m'arrête, car je vois que, malgré ce que j'ai dit tantôt de la difficulté de réaliser des projets un peu vastes, nous avons exécuté la majeure partie de ceux que nous avions en vue. Et si l'on cherchait bien, on découvrirait peut-être que nous avons encore fait quelque chose de plus. Mais qui veut trop prouver, ne prouve rien. Contentons-nous donc de constater que nous avons atteint notre but, tel que nous l'avions défini lors de la fondation de la Société, et nous pouvons le faire avec quelque fierté, car, à l'origine, l'avenir n'était rien moins que rassurant.

Si, maintenant, nous recherchons les causes qui nous ont conduit à

la victoire, nous n'hésiterons pas longtemps : en dehors de l'action personnelle puissante de quelques membres auxquels nous rendrons hommage dans un instant, nous la trouverons dans le travail et la bonne volonté de tous!

En ce qui regarde la prospérité de notre Société, là, non plus, nous n'avons pas à nous plaindre : partis avec 80 membres, nous sommes aujourd'hui 420!

Cependant, si brillante que soit la situation, il ne faut pas se le dissimuler : sans l'appui des pouvoirs publics, il ne nous serait pas possible de faire paraître avec honneur nos nombreuses publications. Aussi espérons-nous que cet appui ne nous manquera pas plus dans l'avenir que dans le passé. La grande part que nous faisons aux *applications* de la géologie dans nos recueils justifie, d'ailleurs, largement les subsides qui nous sont accordés.

Nos publications paraissent aussi régulièrement que les circonstances le permettent, et les nombreux échanges qui nous ont été spontanément accordés témoignent de l'estime dont elles jouissent dans les milieux compétents.

Avant de finir, il me reste, Messieurs, un agréable devoir à remplir. Je parlais tantôt du travail et de la bonne volonté de tous. Mais, comme vous le savez, ces éléments, tout indispensables qu'ils soient, ne suffiraient pas à faire marcher la machine.

Il faut encore l'action personnelle de quelques individualités actives et enthousiastes, qui peuvent et veulent bien nous consacrer le meilleur de leur temps.

Aussi, je suis persuadé que vous souscrirez volontiers à ces lignes de la notice de M. *Hans*, que je ne saurais mieux faire que de reproduire ici :

« Nous devons une vive reconnaissance à M. *A. Rutot*, qui s'est chargé, depuis l'origine, de la difficile mission de la mise au point et en état de publication de nos planches et des nombreux dessins compris dans le texte de notre Bulletin.

» Qui saura jamais le nombre de croquis défectueux ou inutilisables envoyés par tant d'auteurs à qui l'art du dessin est peu familier, qui se sont transformés ou vus remplacer par son crayon habile et jamais lassé, en ces belles et nombreuses illustrations qui ornent et commentent si utilement nos travaux. Sur les 500 dessins du texte que contiennent nos dix premiers volumes, près de 400 certainement sont dus, sous leur forme définitive, à la plume ou au crayon de M. *Rutot*.

» C'est là un service inappréciable, dont, avec tant d'autres, nous

avons le devoir de remercier vivement le zélé Secrétaire de notre Section d'application.

» Mais notre gratitude doit surtout aller à notre dévoué Secrétaire général, M. *Van den Broeck*. Comme tous nos Présidents se sont plu à le reconnaître dans leurs rapports annuels, c'est en grande partie à son activité qui, depuis dix ans, ne s'est jamais ralentie, que la Société doit son existence, son développement et sa vie.

» On peut difficilement se faire une idée des multiples occupations qu'exige le service du Secrétariat d'une organisation comme la nôtre; de la besogne souvent fastidieuse qu'il faut fournir pour assurer la marche de tous les services, pour les publications, les séances et les excursions. Aussi devons-nous le remercier de tout cœur de bien vouloir donner à notre Société un temps qu'il pourrait, si avantageusement pour ses intérêts scientifiques, consacrer à ses travaux personnels, auxquels les multiples occupations du Secrétariat ne lui permettent guère de se livrer avec les facilités que lui laisserait moins de dévouement aux intérêts et à la prospérité de la *Société belge de Géologie*. »

C'est pourquoi, prenant au mot l'expression adoptée sans idée préconçue par M. Hans et, suivant un usage adopté par d'autres Sociétés, je vous propose de nommer, par acclamation, M. *Van den Broeck*, Secrétaire général de la Société belge de Géologie ! *(Applaudissements.)*

Et maintenant, j'ai fini, Messieurs.

Notre Société est prospère. Elle compte de nombreux membres. La cordialité y règne, comme en témoigne la présence d'un auditoire serré à chaque réunion. A l'Étranger comme en Belgique, nous jouissons de l'estime de nos pairs. Nous avons l'appui des pouvoirs publics. Chaque jour, de nouveaux chercheurs viennent se grouper autour de nous et renforcer l'ancien faisceau. Que pourrions-nous désirer de plus? *(Applaudissements.)*

L'Assemblée par ses applaudissements unanimes, ayant ratifié la proposition de M. le Président de décerner le titre de *Secrétaire général* à M. Van den Broeck, celui-ci remercie la Société de l'honneur qu'elle veut bien lui faire et de la marque d'estime et de sympathie dont il vient d'être l'objet. Il a été heureux dès les premiers pas de la Société — qu'il est fier aujourd'hui d'avoir créé il y a 10 ans avec MM. Rutot et Houzeau — de lui consacrer sans compter son temps et ses peines.

Si de temps à autre il a trouvé dans les charges lourdes et multiples du Secrétariat, certains obstacles à l'essor de ses travaux personnels,

qu'il a dû borner à de menues notices et publications, sans grandes synthèses, il a trouvé dans l'accomplissement de ses devoirs toujours grandissants envers la Société, une somme de compensations suffisantes pour ne lui laisser rien regretter. La merveilleuse prospérité de la Société, le succès incontesté de son vaste et complexe programme d'applications pratiques suffisent et suffiront dans l'avenir aux ambitions de celui qui vient d'être honoré du titre de Secrétaire général. En acceptant ce titre, dit M. Van den Broeck, j'entends toujours rester en fait ce que j'ai été depuis dix ans : le *whipper in* et le *caporal fourrier* de notre vaillante armée de travailleurs entièrement dévoués aux intérêts et à la prospérité de la Société. *(Applaudissements prolongés.)*

Lecture est donnée ensuite d'un grand nombre de lettres de félicitations envoyées à la Société, particulièrement par nos collègues de l'étranger, qui se déclarent heureux de prendre part aux sentiments d'affectueuse sympathie et de sincère estime scientifique et morale dont la Société est parvenue à s'entourer rapidement dans le monde savant. Les hautes personnalités d'un certain nombre de ces correspondants, parmi lesquels divers de nos membres honoraires et associés étrangers, doublent le poids de ces témoignages si flatteurs pour la Société.

L'assemblée, après l'installation du nouveau Bureau pour l'exercice 1897, se sépare en se donnant rendez-vous pour le Banquet du Décennaire fixé au 20 février. Ce banquet qui réunissait de très nombreux convives, a réussi au delà de toutes les espérances des organisateurs, et a donné à la célébration de ce premier anniversaire décennal le cachet cordial de fête de famille qui était en vue.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

TOME X

ANNÉE 1896

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

Smithsonian Institution,
JUL 30 1900
National Museum.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BRUXELLES

TOME X — ANNÉE 1896

—

PREMIÈRE NOTE

SUR LA

FAUNE DES COUCHES SÉNONIENNES INFÉRIEURES

DE LA VALLÉE DE LA MÉHAIGNE

PAR

A. Rutot

Conservateur au Musée Royal d'Histoire naturelle de Bruxelles.

Dans une note intitulée : *Essai de synchronisme des couches maastrichtiennes et sénoniennes de Belgique, du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle* (Bull. Soc. Belge de Géol., t. VIII, 1894, pp. 145-185), parlant du Bassin crétacé de la Vallée de la Méhaigne, j'ai dit que les renseignements paléontologiques étaient jusqu'ici fort restreints, au sujet des couches crétacées de ce bassin.

Un premier pas vient d'être fait dans le comblement de cette lacune.

M. le baron Alfred de Loë vient de me confier les fossiles qu'il a recueillis dans les couches crétacées de la Vallée de la Méhaigne et cette faunule, ajoutée aux matériaux que possède le Musée Royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, me permet de donner ci-après un premier aperçu de la faune des couches inférieures du Crétacé de la région considérée.

* * *

Tout d'abord, avant d'entrer dans les détails fauniques, donnons des renseignements géographiques et stratigraphiques au sujet des divers gîtes qui ont fourni la faunule que nous étudierons ci-après.

Ces gîtes fossilifères sont situés pour la plupart le long des deux rives de la Méhaigne, entre Fallais et Éghezée (qui est situé sur un affluent de la Méhaigne) et notamment à Hosden (entre Fallais et Latinne), à Latinne, à Braives, à Velu-Pont (Avennes), à Séron (situé sur un affluent de la Méhaigne), et enfin à Éghezée (Puits artésiens de la Râperie d'Éghezée).

Les couches fossilifères se réduisent à deux : l'inférieure, appartenant à l'Assise de Herve (facies hervien); la supérieure, reposant directement sur la précédente, représentant la partie inférieure de l'Assise de Nouvelles ou la Craie d'Obourg.

Voici du reste les renseignements stratigraphiques relatifs à chacun des gîtes :

Fallais. Il existe, aux environs du village de Fallais, sur la Méhaigne, quelques affleurements de roches crayeuses glauconifères d'âge hervien, reposant directement sur le Primaire. M. de Loë a recueilli en ces points des fossiles qui sont :

Baculites vertebralis, Lamk.
Belemnitella mucronata, v. Sch.
Pleurotomaria, sp?
Lispodesthes Schlotheimi, Roem.
Ostrea armata, Goldf.
— *semiplana*, Sow.
— *hippopodium*, Nilss.
Ostrea podopsidea? Nyst.
Exogyra lateralis, Nilss.
— *haliotidea*, Sow.
Spondylus spinosus, Sow.
Cardium productum? Sow.
Neœra sp?

Hosden. Hosden est un hameau situé à mi-distance entre Fallais et Latinne. Il n'y existe pas de coupe proprement dite et les fossiles n'ont été rencontrés qu'en de rares occasions, lors de travaux de terrassements passagers.

Les principales découvertes de fossiles ont été faites par feu M. le comte Georges de Looz-Corswarem et par son beau-frère M. le baron de Loë, il y a plus de vingt ans. La majeure partie des fossiles recueillis par le premier explorateur a été offerte à feu M. Bosquet, de Maastricht, et les collections de ce paléontologiste ayant été cédées au Musée de Bruxelles, celui-ci possède une certaine quantité de fossiles d'Hosden, principalement de belles séries d'Ostrea. Une autre série, moins

importante, m'avait été directement donnée par le comte de Looz; elle fait également partie, en ce moment, des collections du Musée.

Enfin, tout récemment, M. le baron de Loë a bien voulu me confier ses récoltes faites à Hosden, Velu-Pont et Fallais; ce qui me met à même de présenter ce premier travail.

A Hosden, ainsi que j'ai pu le voir par moi-même, c'est l'assise de Herve qui est principalement visible. La couche repose directement sur le schiste primaire. La partie inférieure est graveleuse et sableuse, mais bientôt le sable se charge d'argile et plus haut de calcaire, toute la masse étant fortement chargée de gros grains de glauconie. Plus haut encore, la proportion de calcaire augmente considérablement et l'on est en présence d'une craie glauconifère grossière, qui passe insensiblement vers le haut à de la craie blanche pure dans laquelle j'ai recueilli *Belemnitella mucronata* et *Magas pumilus*.

Toutefois, comme il n'existe pas de coupe nette, je n'ai pu voir le lit graveleux que je suppose devoir exister, traversant la masse glauconifère et séparant ainsi le Hervien proprement dit de la partie de la craie glauconifère représentant la craie d'Obourg.

En examinant les fossiles recueillis à Hosden, il est aisé de voir que certains ont été trouvés au niveau du sable, dans des parties durcies : ceux-là appartiennent sans contestation possible au Hervien; d'autres sont empâtés dans de la craie glauconifère et tout d'abord, j'ai cru qu'ils pourraient provenir du niveau de la craie d'Obourg; mais ayant reconnu parmi ces fossiles des spécimens évidents de *Belemnitella quadrata*, je crois prudent de considérer provisoirement le résultat complet des recherches faites à Hosden comme provenant exclusivement de l'Assise de Herve.

Du reste, tous les fossiles ont été récoltés à une altitude proche de celle du fond de la vallée, ce qui fait qu'ils ont probablement été rencontrés en dessous de la ligne graveleuse dont je soupçonne la présence.

Voici la faunule complète recueillie à Hosden (collections du Musée et collection de Loë) :

Hamites Aquisgranensis? Schlut.
Baculites vertebralis, Lamk.
Belemnitella mucronata, Schl.
— *quadrata*, Blainv.
Actinocamax verus, Mill.
Pleurotomaria, A.
— B.
Astralium Loëi, Rutot.
Solariella gemmata. Sow.
— sp?
Discohelix?
Turritella, sp?
Diastoma Loëi, Rutot.
Cinulia Humboldti? Müll.
Ostrea armata, Goldf.
— *semiplana*, Sow.

Ostrea vesicularis, Lamk.
— *hippopodium*, Nilss.
Exogyra laciniata, Nilss.
— *lateralis*, Nilss.
— *haliotidea*, Sow.
Alectryonia frons, Park.
Anomia lamellosa, Reuss.
Spondylus spinosus, Sow.
— *Santonensis?* d'Orb.
Lima oviformis? Müll.
Pecten lœvis, Nilss.
Vola quadricostata, Sow.
— *quinquecostata*, Goldf.
Gervillia solenoides, Defr.
Cucullœa subglabra, d'Orb.
Venericardia Benedeni? Müll.
Astarte similis, Münst.
Crassatella arcacea, Roem.
Lucina?
Cardium productum? Sow.
Tapes fragilis? d'Orb.
— *nuciformis?* Müll.
— *faba?* Sow.
Tellina?
Glycimeris Geinitzi, Holz.
Liopistha?
Neœra, sp?
Rhynchonella plicatilis, Sow.
Terebratula minor? Nilss.
— *carnea?* Sow.
Terebratella carantonensis? d'Orb.
Kingena lima, Defr.
Magas spathulatus, Wahl.
Micraster glyphus, Schlüt.
Echinocorys vulgaris, Brey.
— *conica*, Brey.
Cardiaster?

Je compte, dans le courant de cette année, entreprendre de nouvelles fouilles à Hosden, de manière à mieux connaître encore cette faune intéressante.

Latinne. Aux environs de Latinne, on peut faire d'assez nombreuses observations éparses, mais permettant de se rendre mieux compte qu'à Hosden, de la constitution des assises crétacées.

C'est ainsi qu'en plusieurs points on voit de bons contacts du Hervien sur le schiste primaire ; puis, plus haut, des affleurements de craie glauconifère et plus haut encore des exploitations de craie blanche pure à *Magas pumilus*.

Toutefois, je n'ai pu y saisir le contact de l'Assise de Nouvelles sur l'Assise de Herve.

Mais si la stratigraphie est plus aisée à débrouiller à Latinne qu'à Hosden, en revanche les roches sont moins fossilifères et, de Latinne, je n'ai rencontré dans les collections du Musée (collection Cornet) que quelques espèces herviennes qui sont :

Belemnitella quadrata, Blainv.
Ostrea armata, Goldf.
— *semiplana*, Sow.
— *vesicularis*, Lamk.
Exogyra laciniata, Nilss.
— *lateralis*, Nilss.
Exogyra haliotidea, Sow.
Spondylus spinosus, Sow.
Vola quadricostata, Sow.
Cucullea subglabra, d'Orb.
Cardium productum? Sow.

Braives. En 1882, mon collègue M. J. Purves, conservateur au Musée d'Histoire naturelle, chargé alors de l'établissement de l'échelle stratigraphique du Crétacé, explorant la vallée de la Méhaigne, rencontra, au village de Braives même, dans une excavation temporaire, une bonne coupe montrant, au bas, le schiste primaire, immédiatement au-dessus, des sables glauconifères agglutinés et durcis analogues à ceux d'Hosden, et plus haut la craie glauconifère, sans remarquer de ligne de démarcation au sein de celle-ci ; les notes de M. Purves mentionnant au contraire le passage insensible des roches l'une à l'autre.

Dans les parties sableuses durcies du bas, mon collègue a rencontré des agglomérations de moules de fossiles qu'il a recueillis et que j'ai retrouvés dans les collections du Musée.

Voici la liste des espèces déterminables :

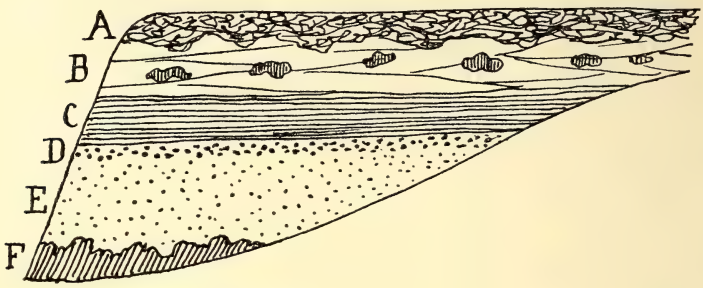
Belemnitella mucronata? Schl.
— *quadrata*, Blainv.
Pleurotomaria, A.
Ostrea hippopodium, Nilss.
Spondylus truncatus? Goldf.
— sp?
Lima Marrotiana, d'Orb.
Pecten laminosus, Goldf.
Vola quadricostata, Sow.
Inoceramus Cripsii? Mant.
Trigonia Vaalsensis, Böhm.
Cardium productum? Sow.

Ce gîte était particulièrement remarquable par l'abondance de *Lima Marrotiana* et de *Trigonia Vaalsensis*.

Velu-Pont. Non loin d'Avennes, entre la Méhaigne et la ligne du chemin de fer, existe, dans le chemin creux conduisant au moulin de Velu-Pont, une coupe intéressante que je crois utile de reproduire ci-après d'après mes notes, bien qu'elle ait déjà figuré dans le travail fait en collaboration avec M. E. Van den Broeck, intitulé : *Observations nouvelles sur le Crétacé supérieur du Brabant et du Limbourg et sur les facies peu connus qu'il présente. — Constitution géologique du territoire situé le long de la rive Nord de la Méhaigne.* (Ann. de Soc. Géolog. de Belg. (Liége), t. XIII, 1886.)

J'attribue à cette coupe un intérêt particulier parce qu'à l'époque de sa publication, nous l'avons mal interprétée et qu'elle montre précisément la ligne graveleuse de démarcation entre l'Assise de Nouvelles et l'Assise de Herve, dont j'ai dejà eu l'occasion de parler ci-dessus.

Fig. 1. — *Coupe d'un chemin creux près du moulin de Velu-Pont.*



A. Terrain détritique avec nombreux silex.
B. Craie blanche avec points de glauconie et quelques silex noirs en place. 0m.30
C Craie argileuse glauconifère avec un petit banc durci 1. 00
D. Zone graveleuse, ne formant pas ligne de ravinement et renfermant des fragments d'un calcaire grossier durci, de gros grains de quartz, ainsi que des spongiaires et *Belemnitella mucronata* 0. 05
E. Sable glauconifère calcareux, meuble vers le bas, devenant argileux vers le haut et renfermant d'assez nombreux fossiles, particulièrement *Belemnitella quadrata* vers le bas, *Belemnitella mucronata* vers le haut, *Ostrea*, *Lima*, *Vola*, etc. 2. 50
F. Schiste primaire, altéré.

Dans notre note précitée, nous n'avions attaché aucune importance à la présence du lit graveleux D, le prenant pour un accident stratigraphique sans valeur ; mais depuis que j'étudie le Crétacé, ayant acquis la conviction que dans le Hainaut d'une part, dans le Limbourg hollandais d'autre part, il existe entre les assises de Nouvelles et de Herve une ligne de séparation bien marquée, je suis revenu sur notre ancienne manière de voir et je considère actuellement le lit graveleux D comme représentant ici cette séparation.

Lors de ma visite à Velu-Pont en 1883, je n'ai guère eu le temps de chercher des fossiles, aussi ai-je été très satisfait de rencontrer, dans la collection de M. de Loë, une petite série de fossiles de cette localité.

Ici encore, parmi les espèces recueillies, il s'en trouve empâtées dans la roche sableuse hervienne évidente et d'autres dans une craie glauconifère qui doit provenir des environs immédiats du lit graveleux D. Malheureusement, M. de Loë ne peut me dire si les fossiles ont été recueillis au-dessus du lit D, de sorte que, provisoirement, je considérerai toutes les espèces de Velu-Pont comme provenant du Hervien, c'est-à-dire de la couche E exclusivement.

Cela étant, voici la faunule recueillie à Velu-Pont :

Baculites vertebralis, Lamk.
Belemnitella mucronata, Schl.
Emarginula, sp?
Pleurotomaria, sp?
Solariella gemmata, Sow.
— sp?
Diastoma Loëi, Rutot.
Ostrea armata, Goldf.
— *semiplana*, Sow.
Ostrea vesicularis, Lamk.
— *hippopodium*, Nilss.
Lima Marrotiana, d'Orb.
Spondylus spinosus, Sow.
Vola quadricostata, Sow.
Tapes nuciformis? Müll.
Rhynchonella plicatilis, Sow.
Micraster glyphus, Schlüt.

Je considère la coupe de Velu-Pont comme très importante au point de vue scientifique; j'ajouterai que, lors de ma visite en ce point, il existait à peu de distance de la coupe, un peu en contre-haut, une excavation dans de la craie blanche, pure, encore un peu grossière, avec silex noirs, qui m'a fourni *Magas pumilus*.

Séron. Le gîte de Séron a été décrit dans un travail intitulé : *Sur l'âge du grès de Séron*, publié par M. Van den Broeck et moi dans les *Mémoires de la Société Géologique de Belgique*, t. XIII, 1885-86.

J'ai repris récemment l'étude de la question dans mon travail *Essai de synchronisme des couches maastrichtiennes et sénoniennes de Belgique*, etc., paru dans notre *Bulletin* (t. VIII, 1894), pp. 164-167, et j'ai exprimé ma nouvelle manière de voir, d'après laquelle la couche glauconifère supérieure, d'abord rapportée au Hervien, serait maintenant de l'âge de la craie d'Obourg, tandis que la partie inférieure très fossilifère, considérée primitivement comme infra-hervienne ou aachenienne, redeviendrait purement et simplement hervienne.

Ce sont les fossiles rencontrés dans cette dernière couche et la présence de la zone graveleuse (H de la coupe publiée) que j'identifie à celle rencontrée à Velu-Pont, qui constituent mes arguments, et qui me paraissent décisifs.

Il n'y aurait donc pas de représentant de l'Aachenien à Séron.

Je crois du reste utile de transcrire de nouveau la liste des fossiles rencontrés par M. Van den Broeck et moi dans la partie inférieure (couche I) de la coupe de Séron, avec une modification résultant d'une troisième revision de la faunule et consistant en la suppression de *Eulima aquisgranensis* et son remplacement par *Turritella socialis* Müll, ainsi que je m'en suis bien assuré.

Voici donc la liste de la faunule du Hervien de Séron :

Dentalium alternans, Müll.
Turbo retifer, Böhm.
Turritella quadricincta, Goldf.
— *socialis*, Müll.

Mesostoma Bosqueti, Müll.
Cultrigera ? acuta, Holz.
Ostrea hippopodium, Nilss.
— *sp ?*
Anomia lamellosa, Roem.
Lima oviformis, Müll.
Pecten virgatus, Nilss.
— *lævis*, Nilss.
Vola quadricostata, Sow.
Pinna ?
Modiola fabacea, Holz.
Pectuculus Geinitzi ? d'Orb.
Cucullœa subglabra, d'Orb.
Trigonia Vaalsennis, Böhm.
Astarte similis, Münst.
Crassatella arcacea ? Münst.
Lucina subnumismalis ? d'Orb.
Eriphyla lenticularis, Goldf.
Cardium Beecksii, Müll.
Cytherea ovalis ? Sow.
Tapes faba ? Sow.
Tellina costulata, Goldf.
Corbula substriatula, d'Orb.
— *Beisseli*, Holz.

Il est certain que cette faunule n'a nullement le caractère aachenien.

Eghezée. Les fossiles d'Eghezée ont été recueillis dans les matériaux de deux puits artésiens, forés à la Râperie de betteraves des Sucreries Centrales de Wanze, près la gare d'Eghezée, décrits dans mon travail intitulé : *Matériaux pour servir à la connaissance de la géologie et de l'hydrologie souterraine de la Hesbaye.* Bull. Soc. Belge Géol., t. III, 1889.

J'ai également repris cette question dans mon *Essai de synchronisme des couches maastrichtiennes et sénoniennes de Belgique, etc.*, p. 167, et j'en arrive à croire à la non-existence de l'Aachenien à Eghezée.

Voici, du reste, la liste des fossiles recueillis dans la couche de grès glauconifère rapportée à l'infra-hervien dans la première note :

Dentalium alternans ? Müll.
Turbo sp ?
Solariella gemmata ? Sow.
Trochus ?
Turritella sp ?
Natica ?
Amauropsis exaltata ? Goldf.
Mesostoma Bosqueti ? Müll.
Ostrea hippopodium, Nilss.
— *Goldfussi*, Holz.
— *Merceyi ?* Coq.
Exogyra laciniata, Nilss.
— *lateralis*, Nilss.
Anomia lamellosa, Roem.
Lima oviformis, Müll.
Pecten laminosus, Goldf.
— *lævis*, Nilss.
Vola quadricostata, Sow.
Inoceramus Cripsii ? Mant.
Pectunculus sp ?
Cytherea ovalis ? Sow.
Tellina costulata, Goldf.
Ceromya ?
Liopistha œquivalvis, Goldf.
Mactra ?
Gastrochæna americana, Gabb.

Toute imparfaite qu'elle soit, cette faune présente également un caractère franchement hervien.

***

Les gisements étant ainsi bien précisés, nous passerons ci-après en revue chacune des espèces citées dans les précédentes listes en mentionnant les observations que leur étude m'a suggérées. Quand je l'ai cru nécessaire, j'ai ajouté aux descriptions des croquis aussi exacts que possible, exécutés d'après les échantillons, par moi-même, à la plume.

***

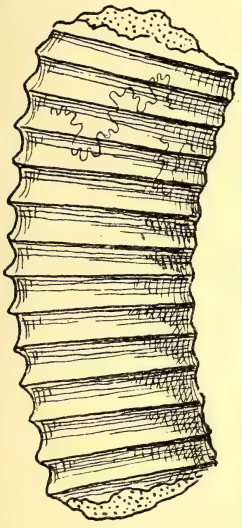
CATALOGUE RAISONNÉ DE LA FAUNE DU HERVIEN DE LA MÉHAIGNE.

CÉPHALOPODES

Ammonites, sp. ?

La collection de Loë renferme, provenant d'Hosden, deux fragments de deux grandes ammonites que je juge indéterminables.

Hamites Aquisgranensis ? Schlüt.



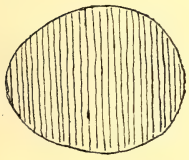


Fig. 2.

J'ai rencontré dans la collection de Loë deux fragments d'un céphalopode déroulé courbe, à section subcirculaire, l'un de 6 centimètres de long sur 2 1/2 de diamètre, l'autre de 3 centimètres de long sur 2 1/2 de diamètre.

Les deux fragments montrent une courbure très sensible et ils sont ornés de grosses côtes tranchantes régulièrement espacées, à arêtes vives du côté du siphon, atténuées du côté opposé au siphon.

Sur le plus grand des deux fragments on peut observer, plus ou moins bien, quelques lignes de sutures.

Ayant cherché à reconstituer d'une manière aussi complète que possible la ligne de suture, j'ai pu constater à partir du siphon : un lobe siphonal, une selle externe, un premier lobe latéral, une première selle latérale et le commencement d'un deuxième lobe latéral ; comme on s'approche alors déjà du côté anti-siphonal, il n'y a plus guère de place que pour une deuxième selle latérale et le demi lobe anti-siphonal.

Il suit de là que la ligne de suture de notre céphalopode posséderait la caractéristique des

Lytoceras, et dans ce cas, il ne peut appartenir qu'au genre *Hamites*.

Cela étant, parmi les formes connues, je ne vois guère que *Toxoceras ? Aquisgranense* Schlüt, auquel notre coquille puisse être rapportée. (Voir Dr Cl. Schlüter, *Cephalopoden der obern Deutschen Kreide ;* Paleontographica, t. XXI.)

Toutefois, le genre *Toxoceras*, dépendant des *Stephanoceratidæ* et non des *Lytoceras*, il serait impossible de soutenir l'assimilation proposée ci-dessus si Schlüter, fournissant dans son Mémoire la ligne suturale de son *Toxoceras ? Aquisgranensis*, ne montrait clairement que cette ligne appartient bien aux *Lytoceras*.

Dès lors c'est bien dans les *Hamites* qu'il y a lieu de classer l'espèce de Schlüter et ainsi l'assimilation proposée peut se soutenir. C'est du reste ce que M. Holzapfel a parfaitement reconnu avant moi.

Dans son bel ouvrage intitulé : *Die Mollusken der Aachener Kreide*, paru également dans *Paleontographica* (t. XXXV, 1889), M. Holzapfel a changé, pour les raisons indiquées ci-dessus le nom de *Toxoceras ? Aquisgranensis* en celui de *Hamites Aguisgranensis* et il figure de nouveau l'espèce, pl. V, fig. 8 a — d.

Je crois être d'autant plus dans le vrai en déterminant le fossile dont il est question comme *Hamites Aquisgranensis*. Schlüt. que Schlüter, comme M. Holzapfel, donne pour gisement de l'espèce les couches sableuses inférieures à *Belemnitella quadrata* du Lusberg, près Aix-la-Chapelle. Notre fossile est exactement du même niveau stratigraphique. Il a été trouvé à Hosden, par M. le baron A. de Loë dans la couche à *Belemnitella quadrata*.

Les collections du Musée de Bruxelles renferment (collection Cornet et mes recherches personnelles) de nombreux fragments d'une Hamite presque identique — si pas identique — à celle d'Hosden, et provenant de la base de la Craie d'Obourg (Tranchée d'Harmignies), c'est-à-dire du niveau immédiatement supérieur à celui de la craie de Trivières à *Belemnitella quadrata*.

Toutefois les matériaux sont trop insuffisants jusqu'ici pour qu'une certitude puisse être émise.

La ligne suturale de la coquille de la base de la craie d'Obourg est bien celle des Hamites.

Baculites vertebralis. Lmk.

La collection de Loë renferme, comme provenant d'Hosden, de Velu-Pont (Avennes) et de Fallais, quelques fragments d'une Baculite lisse dont la forme générale et les lignes suturales semblent bien se rapporter à *Baculites vertebralis* Lmk.

Toutefois, les exemplaires étant assez incomplets et d'un état de conservation généralement peu satisfaisant, nous ne croyons pas pouvoir en dire plus long au sujet de cette espèce.

Belemnitella mucronata, v. Schl.

Les collections du Musée de Bruxelles et de M. le baron de Loë renferment cette espèce très bien caractérisée, comme provenant de Hosden, Velu-Pont, Fallais et Braives.

Ce sont les échantillons provenant de Fallais (collection Bosquet) et de Velu-Pont (collection de Loë) qui sont les plus parfaits et de grande taille. Les échantillons de Braives sont fragmentaires et l'unique d'Hosden est complet, mais de petite taille.

Les échantillons de Fallais, au nombre de cinq, proviennent bien certainement du sable calcareux glauconifère hervien.

Les échantillons de Velu-Pont, au nombre de trois, sont dans de la craie grossière, graveleuse, très glauconifère, formant le sommet du Hervien.

Ainsi que je l'ai dit ci-dessus, tous ces échantillons sont parfaitement caractérisés, il ne peut exister le moindre doute au sujet de leur détermination.

Belemnitella quadrata, Blainv.

Cette espèce est signalée de Hosden, Braives et Latinne. Elle est beaucoup plus abondante que *B. mucronata*.

Je dispose de 8 échantillons de Hosden, dont plusieurs sont d'une conservation parfaite, 7 de Latinne et 4 de Braives. Il ne peut y avoir de doute au sujet de la détermination. La majeure partie des échantillons montre l'alvéole quadrangulaire et les granulations extérieures caractéristiques. En outre, les meilleurs échantillons, dont l'alvéole est parfaitement conservée, présentent quelques détails dont il n'a guère été fait mention dans les descriptions des auteurs et sur lesquels je compte revenir dans un prochain travail.

Actinocamax verus, Mill.

J'ai rencontré dans les matériaux dont je dispose, trois échantillons d'*Actinocamax verus* en état de conservation très satisfaisant, et présentant tous les caractères de l'espèce.

C'est la première fois que l'on signale l'existence de ce fossile dans le Hervien proprement dit; mais sa découverte n'a rien qui doive nous étonner, car sa présence est connue depuis longtemps, associée à

B. mucronata et à *B. quadrata*, dans la Craie de Trivières, près de Mons ; et pour mieux confirmer le fait de l'association des trois formes au même niveau, je viens de découvrir la présence de nombreux *Actinocamax verus* à la base du Hervien, aux environs de Visé.

GASTROPODES.

Dentalium alternans, Müll.

Parmi les espèces recueillies dans les concrétions gréseuses grossières, glauconifères de la partie inférieure du Crétacé de Séron, existe un Dentale dont l'empreinte externe correspond très bien à la figure du *Dentalium alternans* Müll représenté Pl. XX, fig. 7 et 9 dans la monographie de M. Holzapfel *(Moll. der Aachener Kreide)*.

L'espèce serait du reste parfaitement à son niveau, car elle se rencontre dans le Hervien de Vaals et des environs d'Aix-la-Chapelle.

Emarginula sp. ?

La collection de M. de Loë renferme le moule intérieur d'une Émarginule provenant de Velu-Pont, dont le grand diamètre mesure 30 millimètres, le petit diamètre 22 millimètres, la hauteur de la coquille étant de 10 millimètres.

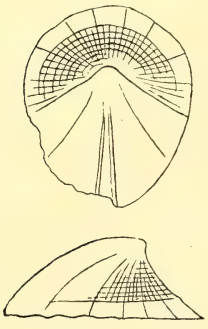


Fig. 3.

En examinant le moule à la loupe, on reconnaît que la coquille devait être ornée de côtes longitudinales rayonnantes principales, au nombre, probablement, d'une vingtaine, séparées par trois côtes plus minces, la médiane paraissant plus forte que les autres. Ces côtes étaient traversées à angle droit par une autre série de fines côtes parallèles, le tout formant un quadrillé serré. La fissure est bien marquée, elle est marginée par deux côtes qui montent jusque près du sommet.

Ainsi qu'on peut s'en convaincre par cette description, notre coquille ressemble beaucoup, par son ornementation, à *Emarginula conica*, Binkhorst *(Monographie des Gast. et des Céphalop. de la Craie supér. du Duché de Limbourg)* ; mais elle s'en distingue par sa forme beaucoup plus surbaissée, car la hauteur de notre espèce est sensiblement inférieure au petit diamètre de la base, tandis que l'espèce de Binkhorst a une hauteur presque égale au grand diamètre de la base.

Il serait indisdensaple be trouver un échantillon bien conservé de cette Émarginule pour pouvoir être définitivement fixé sur le nom à lui attribuer.

Pleurotomaria A.

Il a été rencontré à Hosden et à Braives un certain nombre de moules internes d'un Pleurotomaire d'assez grande taille (6 centimètres de diamètre), à spire assez élevée (45 millimètres de hauteur), qui ne semblent pas se rapporter à des formes connues du Hervien. Les tours, au lieu d'être en trapèze et aplatis, sont au contraire à contours assez arrondis. L'ombilic semble être large et profond. Nous sommes sans doute en présence d'une espèce non encore connue, mais comme l'empreinte extérieure de la coquille nous fait complétement défaut, il n'y a pas lieu de nous arrêter plus longtemps au sujet de cette espèce.

Pleurotomaria B.

Nous possédons d'Hosden et de Velu-Pont des moules intérieurs d'un autre Pleurotomaire, plus petit, à spire plus déprimée et à tours de spire à section plus trapézoïdale que le précédent. Ces moules correspondent assez exactement à celui du *Pleurotomaria distincta*, Goldf, bien figuré par M. Holzapfel *(Moll. der Aachener Kreide)*, pl. XX, fig. 6, a, b, c. d.

Toutefois, en l'absence de toute empreinte extérieure, il n'y a aucune conclusion à tirer de la présence des moules internes.

Turbo retifer, J. Böhm.

Nous avons rencontré dans le grès glauconifère, à Séron, une empreinte très nette d'un petit Turbo que tous ses caractères (taille, ornementation, absence d'ombilic, etc.), nous font rapporter sans hésitation à *Turbo retifer*, J. Böhm, bien figuré par M. Holzapfel, pl. XVII, fig. 1 à 4. On sait que *Turbo retifer* est abondant dans les couches herviennes de Vaals.

Astralium Loëi, sp. nov.

J'ai rencontré dans la collection de Loë un beau fragment d'empreinte bien nette d'un Astralium que je crois pouvoir assimiler entièrement à une coquille de la même famille que j'ai recueillie assez abondamment dans le magnifique gîte hervien de la Croix Pollinard (hameau de Battice, près de Herve), lors de la construction du chemin de fer des plateaux de Herve (section entre Herve et Verviers) ; forme

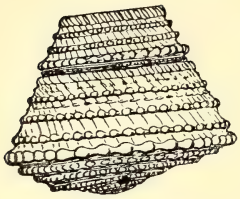


Fig. 4.

qui n'avait pas été nommée jusqu'ici. M. Holzapfel n'en fait aucune mention dans son beau travail. L'unique échantillon recueilli par M. de Loë à Hosden ne comprend que les deux derniers tours. Le dernier tour a 17 millimètres de diamètre.

L'ornementation des tours de spire est constituée d'abord par une carène portant une série (30 environ) de tubercules, bases de pointes creuses préexistantes ; ensuite viennent quatre lignes principales de tubercules dont la dernière, très marquée, borde la suture. Entre la deuxième et la troisième et entre celle-ci et la quatrième ligne de tubercules, existe une ligne de tubercules moins prononcée.

A la loupe, tous les tubercules des diverses rangées se soudent par une ligne oblique proéminente étranglée et dessinent ainsi des côtes transversales irrégulières.

La base, qui n'est que peu ou pas ombiliquée, est ornée d'une série de côtes concentriques régulièrement espacées, formée de tubercules proéminents très nets, dont l'importance décroît insensiblement de la circonférence vers le centre.

Dans nos échantillons de Battice, qui montrent 7 tours de spire, la suture est prononcée et creuse, et l'avant-dernier tour commence par la ligne de tubercules pointus correspondant à la carène.

Sur l'échantillon d'Hosden, la suture, également profonde, montre d'abord la première rangée de tubercules de la base, puis après la ligne de pointes de la carène.

D'après les échantillons de Battice, qui seront figurés en temps et lieu, la hauteur de la coquille est légèrement inférieure au diamètre de la base.

Ces lignes étaient à l'impression, lorsque j'ai reçu de M. Henry Woods, du *Woodwardian Museum*, à Cambridge, un travail tout récent (Février 1896), intitulé « *The Mollusca of the Chalk Rock*. Part. I. » (Quart. Journ. of the Geol. Soc.) et dans lequel l'auteur décrit un certain nombre de fossiles provenant de la partie supérieure du Turonien d'Angleterre. Or je rencontre pl. III, fig. 11 et 12, sous le nom de *Trochus Schlüteri*, Woods, une coquille presque identique à notre *Astralium Loëi*, la seule différence consistant en ce que les tours portent, outre la carène à pointes, quatre lignes de tubercules équidistants, dont les derniers ne sont pas séparés par une ligne de tubercules plus petits. Évidemment la forme décrite par M. Woods est l'ancêtre de la nôtre ; malheureusement, le nom qui lui a été donné ne pourra

être conservé, attendu que MM. Barrois et de Guerne, dans leur travail intitulé: « *Description de quelques espèces nouvelles de la Craie de l'Est du Bassin de Paris* » (Ann. Soc. Géol. du Nord, t. V, 1878,) ont déjà décrit et figuré pl. III, fig. 12, un *Trochus Schlüteri* qui n'est nullement celui de M. Woods. Sans que j'y tienne, le nom que je propose pour le fossile du Hervien devra donc, je crois, subsister, et je crois pouvoir inviter ici M. Woods à dénommer sa forme du Turonien: *Trochus præ Loëi.*

Solariella gemmata, Sow.

Dans l'ouvrage de F. Dixon : *The geology and fossils of the Tertiary and Cretaceous formations of Sussex* (1850), J. Sowerby décrit et figure (pl. XXVII, fig. 26 et 33), sous le nom de *Turbo gemmatus*, une coquille abondante dans la craie du Kent, ayant une grande analogie avec celle rencontrée par M. de Loë à Hosden.

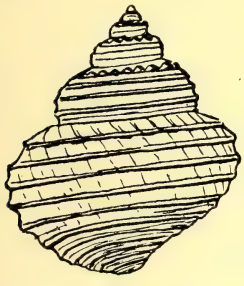


Fig. 5.

D'autre part, lorsque l'on a à sa disposition les nombreux matériaux réunis au Musée de Bruxelles, on reconnaît sans difficulté qu'il s'agit ici d'une espèce également très abondante en Belgique, qui traverse tout le Sénonien et le Maastrichtien et se retrouve à tous les niveaux, offrant souvent des modifications assez considérables à un même niveau.

En effet, le Musée possède le fossile dont il est question du Hervien de Vaals et d'Hosden, de la Craie d'Obourg, de la Craie de Nouvelles et de la Craie phosphatée, où j'en ai recueilli des centaines d'échantillons.

Du Sénonien, l'espèce passe dans le Maastrichtien du Hainaut (Tufeau de Saint-Symphorien) et du Limbourg (Tufeau de Maastricht) où Binkhorst la connaissait sous deux formes, dont il n'a pas reconnu la parenté et qu'il nomme *Turbo rimosus*, Binkh (pl. V, a[1], fig. 5, a, b) pour la forme la plus ordinaire et *Turbo scalariformis*, Binkh, pour une variété.

M. Kaunhowen, dans la liste revisée des fossiles de la collection Binkhorst, aquise pour le Musée de Berlin *(Die Gastropoden der Maastrichter Kreide, 1887)*, montre qu'il a parfaitement reconnu, non seulement la parenté des deux formes, par la suppression du *Turbo scalariformis* et son assimilation à *Turbo rimosus*, mais encore la variété à côtes granuleuses qu'il nomme var. *granulata.*

Je suis entièrement de l'avis de M. Kaunhowen et j'ajouterai que le

Turbo rimosus — qu'il range à juste titre dans la famille des *Solariella* — loin d'être restreint au Calcaire de Kunraad (= craie brune phosphatée de Ciply) et au tufeau de Maastricht, traverse tout le Sénonien jusqu'au Hervien inclus et vient se confondre ainsi avec l'espèce de Sowerby.

Or, l'ouvrage de Dixon datant de 1850, et le travail de Binkhorst de 1861, il s'ensuit que c'est le nom donné par Sowerby qui a la priorité, et c'est pour cette raison que j'ai nommé le fossile : *Solariella gemmata*. Sow.

Pour en revenir au fossile d'Hosden, dont il n'existe qu'une seule empreinte externe satisfaisante — l'espèce semble avoir laissé à Hosden et à Velu-Pont un certain nombre de moules intérieurs — disons qu'il se compose de six tours élevés, arrondis, à suture très nette, ornés de quatre côtes spirales à peu près équidistantes, laissant entre elles un sillon creux. Les trois premières côtes sont simples, tranchantes, mais la quatrième, la plus rapprochée de la suture présente des granulations sur les premiers tours, granulations qui s'atténuent et disparaissent sur le dernier.

Cette forme pourrait être considérée comme forme typique la plus simple, car les variations nombreuses que l'on observe ne sont que des complications de la forme simple et n'ont rapport qu'au nombre de côtes et à leur granulation.

Parfois le nombre de ces côtes est de 5 ou 6, puis des côtes intermédiaires secondaires viennent s'intercaler entre chacune des côtes principales; enfin tantôt ce sont les côtes supérieures qui sont seules granulées, tandis qu'ailleurs, la granulation envahit toute la surface (tel est le cas de la forme du Kent décrite par Sowerby).

Nous aurons l'occasion de revenir plus longuement sur cette intéressante espèce dans des monographies en préparation.

Solariella sp. ?

Nous avons trouvé dans la collection de Loë trois moules internes d'un *Solariella* remarquables par leur grande taille.

Deux de ces moules proviennent d'Hosden, le troisième de Velu-Pont.

La base mesure 35 millimètres de diamètre. La hauteur est de 40 millimètres.

La spire est composée de cinq tours.

Il serait difficile d'en dire plus, si le moule provenant de Velu-Pont ne montrait, dans des parties encroûtées où le test a été conservé, des traces de l'ornementation extérieure.

Celle-ci paraît constituée par de très nombreux cordons spiraux entièrement granulés, d'importance à peu près égale, contigus les uns aux autres.

A l'ouverture de l'ombilic apparaît une ligne de granulations plus fortes que celles qui couvrent la coquille, et de ces tubercules partent, vers l'intérieur, des côtes longitudinales assez profondes, recoupées normalement par des cordons spiraux.

En cet état, cette coquille ressemble beaucoup à un *Solariella* d'assez grande taille que j'ai rencontré dans la craie brune phosphatée de Ciply, mais l'échantillon de Velu-Pont est trop mal conservé pour qu'une assimilation sérieuse soit possible.

J'espère que de nouvelles recherches faites à Hosden amèneront la connaissance complète de l'espèce.

Trochus?

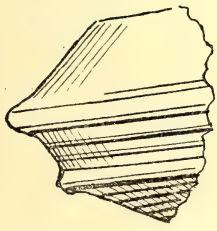


Fig. 6.

J'ai rencontré dans les matériaux herviens extraits du puits artésien de la Râperie d'Éghezée, un fragment de moule intérieur très incomplet, consistant dans une partie du dernier tour d'une coquille turbinée ayant une certaine analogie avec l'espèce du Maastrichtien nommée par Binkhorst *Haliotis antiqua*, Bink, nom que M. Kaunhowen a transformé, avec raison, en *Trochus Limburgensis*.

La coquille d'Éghezée présente en effet deux carènes saillantes dont l'inférieure est en retrait sur la supérieure; mais là s'arrête la ressemblance. Elle est dessinée ci-dessus au double de la grandeur naturelle.

Notre coquille, au lieu de porter des tuburcules à la carène et des ornements obliques, montre deux carènes simples, saillantes mais non tranchantes, séparées par deux côtes simples, parallèles, à peu près équidistantes.

La spire, surbaissée, paraît lisse, sauf quelques stries spirales parallèles et serrées le long de la carène supérieure.

La base de la coquille, au contraire, montre des cordons spiraux simples ou très légèrement granulés, équidistants.

Il ne semble pas que la coquille ait été ombiliquée.

Espérons que de nouvelles recherches nous mettront en possession de meilleurs échantillons de cette espèce.

Discohelix ?

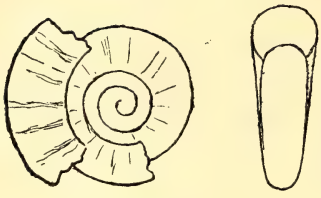


Fig. 7.

Sur la roche accompagnant un *Echinocorys vulgaris* d'assez grande taille recueilli à Hosden par M. de Loë, roche qui consiste en une craie durcie, très glauconifère, graveleuse, et qui pourrait provenir soit de l'extrême sommet du Hervien, soit de l'extrême base de l'équivalent de la Craie d'Obourg, se voit une petite empreinte de 3 millim. de diamètre, appartenant à une coquille enroulée sur un plan et ressemblant à un Planorbe ou à une Ammonite.

Cette coquille montre cinq tours à section à peu près circulaire, régulièrement enroulés sur le même plan et figurant parfaitement un Planorbe, car elle semble dépourvue de toute ornementation.

Cette coquille est-elle réellement un Planorbe? c'est ce que je n'ose décider; toutefois la faune qui l'entoure étant exclusivement marine, j'ai préféré, en attendant mieux, chercher à la rapporter à un genre marin. Or, en l'absence de toute apparence de cloisons, j'ai préféré l'assimiler au genre *Discohelix*.

De nouvelles recherches nous fixeront peut-être sur l'identité de cette espèce.

Enfin, j'ajouterai que ce qui m'a décidé à rapporter le fossile en question au *Discohelix*, c'est que M. Holzapfel mentionne la présence du *Discohelix simplex*, Hlz. (pl. XIX, fig. 2 a, b, c, d) dans le Hervien de Vaals. Toutefois cette forme est fortement carénée, ce qui l'éloigne spécifiquement de notre coquille.

Turritella quadricincta, Goldf.

J'ai rencontré dans le grès glauconifère de Séron une bonne empreinte extérieure d'une Turritelle que l'on reconnaît facilement pour être *Turritella quadricincta* Goldf., bien figurée dans l'ouvrage de Goldfuss, ainsi que dans le travail de M. Holzapfel (pl. XV, fig. 16).

Tous les caractères de l'espèce sont parfaitement indiqués.

Cette espèce se rencontre en assez grande abondance dans tous les gîtes de fossiles herviens (Vaals, Battice, etc.).

Turritella socialis, Müll.

Dans les grès glauconifères de Séron, j'ai rencontré une bonne empreinte extérieure d'une petite Turritelle qui se rapporte exactement à *Turritella socialis* Müll, décrite, mais assez mal figurée dans le tra-

vail de M. Holzapfel (pl. XV, fig. 14). L'échantillon de Séron concorde parfaitement avec ceux que le Musée possède de Vaals. Les tours sont moins arrondis que dans la figure donnée par M. Holzapfel.

Turritella, sp?

J'ai rencontré dans la collection de M. de Loë et provenant d'Hosden, ainsi que dans les matériaux du Hervien provenant du puits artésien de la Râperie d'Éghezée, des moules internes d'une Turritelle dont je ne connais rien de l'empreinte extérieure, mais dont la forme et la taille se rapportent complétement aux moules internes de la Turritelle la plus abondante dans le Hervien de Vaals et de Battice, c'est-à-dire à *Turritella nodosa* Roem.

L'avenir nons dira sans doute si cette assimilation dubitative est exacte.

Natica, sp?

Dans les matériaux du puits d'Éghezée figurent deux moules internes d'une petite Natice qui pourra problablement se rapporter, lorsqu'elle sera mieux connue, à l'une des formes de Natices du Hervien, telle que *Natica cretacea* Goldf., par exemple.

Actuellement rien ne permet de prendre une décision.

Amauropsis exaltata ? Goldf.

Les matériaux du puits d'Eghezée m'ont également fourni un moule interne d'une coquille ovoïde qui se rapporte assez bien à *Amauropsis exaltata* Goldf (voir Holzapfel, pl. XIV, fig. 22 et 25) de Vaals. Je n'en puis dire plus au sujet de notre fossile.

Diastoma Loëi, sp. nov.

Fig. 8.

Sous l'Emarginule de Velu-Pont déjà décrite ci-dessus, j'ai découvert un moule interne turriculé qui, enlevé, a laissé voir une magnifique empreinte très nette d'une coquille turriculée très allongée, présentant, autant qu'on puisse en juger, tous les caractères des *Diastoma* : bouche oblique, anguleuse en arrière où elle est détachée du tour précédent; tours ornés de bourrelets transverses au nombre de 18 à 20 par tour, recoupés par quatre côtes spirales à peu près d'égale importance et formant à la rencontre des bourrelets transverses, des nodosités.

De ces quatre côtes spirales, les trois premières sont à peu près

équidistantes, tandis que la quatrième, qui longe la suture, est séparée des précédentes par un étranglement très peu plus large, mais plus profond et plus net que les sillons qui séparent les trois premières. D'autres échantillons moins bien conservés, provenant de Velu-Pont et d'Hosden, appartiennent à la même espèce.

M. Holzapfel n'a décrit rien de semblable et la forme me semble bien nouvelle.

J'ajouterai que je viens de trouver dans la Craie de Nouvelles à *Magas pumilus*, une petite coquille ayant beaucoup de ressemblance avec *Diastoma Loëi*, les seules différences que je puisse constater (en l'absence du dernier tour) sont qu'il n'y a que trois côtes spirales au lieu de quatre sur chaque tour et que les bourrelets transverses sont moins rapprochés.

A peine ces mots étaient-ils écrits que je découvrais, dans des matériaux provenant de la base de la Craie d'Obourg à Harmignies, un groupe de quatre coquilles qui se rapportent exactement au *Diastoma Loëi*; malheureusement l'ouverture fait encore défaut.

Mesostoma Bosqueti, Müll.

J'ai rencontré dans le grès glauconifère de Séron un moule externe complet et un fragment d'une petite coquille se rapportant parfaitement par tous ses caractères à *Mesostoma Bosqueti* Müll, bien décrit et figuré par M. Holzapfel (pl. XIV, fig. 11-12) dans son beau travail sur la Craie d'Aix-la-Chapelle et qui se rencontre dans le Hervien de Vaals et de Battice.

L'exactitude de la détermination ne me paraissant pas douteuse, je ne m'étendrai pas plus au sujet de cette espèce.

Lispodesthes Schlotheimi, Roem.

Bien que cette espèce ne soit représentée dans la collection de M. de Loë que par un moule intérieur, je ne crois pas la détermination douteuse. C'est bien la taille, le nombre de tours, le port et l'indice de l'aile de *Lispodesthes Schlotheimi* Roem, espèce bien connue de Vaals et de Battice et bien figurée par M. Holzapfel (pl. XII, fig. 11, 12 et 13).

L'échantillon de la collection de M. de Loë provient de Fallais.

Cultrigera ? acuta. Holz.

M. Holzapfel figure pl. XIII, fig. 9, une petite coquille turriculée

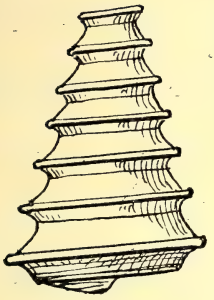


Fig. 9.

à tours très carénés, sous le nom de *Cultrigera? acuta* et provenant de Vaals.

Nous avons rencontré dans le grès glauconifère de Séron exactement la même coquille.

Dans son texte, M. Holzapfel fait remarquer qu'il n'est pas bien certain de la détermination du genre et ce n'est qu'avec doute qu'il range sa coquille parmi les *Cultrigera*.

En examinant la coquille de Séron, je ne puis qu'accentuer le doute.

En effet, la base du dernier tour me semble plus plate et plus dépourvue de canal que ne le représente le dessin de M. Holzapfel et, pour ce qui me concerne, je serais plutôt tenté de rapporter la coquille au genre Trochus *(Ziziphinus* par exemple).

Toutefois, la seule empreinte que je possède, et qui n'a que 6 millim. de hauteur, ne m'autorise pas à trancher la question ; de toutes façons, elle ne montre aucune trace de l'existence d'une aile (1).

Cinulia Humboldti ? Müll.

La collection de Loë renferme, provenant d'Hosden, deux moules internes de *Cinulia* qui, par leurs caractères et par leur taille, se rapprochent beaucoup de *Cinulia Humboldti* Müll. et tout particulièrement de l'échantillon figuré par M. Holzapfel (pl. VI, fig. 21).

La taille de notre fossile est même plus grande que celle de l'échantillon du Hervien du Lusberg figuré par M. Holzapfel ; celui-ci mesure 15 millim. de hauteur tandis que le nôtre atteint 18 millim.

Le fait que nous ne disposons que de moules internes nous interdit tout autre commentaire.

LAMELLIBRANCHES.

Ostrea (Alectryonia) armata Goldf.

C'est, sans conteste, le Hervien de la Méhaigne qui a fourni les plus beaux exemplaires de cette huître.

Les nombreux spécimens recueillis par MM. de Looz et de Loë à

(1) En figurant l'espèce, il m'est impossible de ne pas faire ressortir l'identité de son profil avec l'espèce indiquée ci-dessus comme *Trochus?* et dont j'ai figuré un fragment provenant d'Eghezée. Je considère comme hautement probable que nous sommes ici en présence d'une même espèce ; toutefois la différence de taille entre les deux coquilles est considérable.

Hosden, Velu-Pont, Latinne et Fallais, d'une admirable conservation, sont, de beaucoup, plus beaux et plus grands que ceux figurés par Goldfuss, puis par M. Holzapfel (pl. XXVIII, fig. 1 et 2).

Ces échantillons figurés ne me semblent pas indiquer des coquilles adultes.

A Hosden, les spécimens atteignent 10 centimètres de longueur et ils sont presque toujours bivalves.

A l'état adulte, l'*Ostrea armata* ne conserve pas la forme irrégulière qu'elle présente dans le jeune âge; la coquille se courbe en virgule, les grosses côtes se régularisent et l'ensemble prend la forme caractéristique du sous-genre *Alectryonia*.

Je compte publier plus tard de bonnes figures de cette belle espèce.

Ostrea (Alectryonia) frons, Park.

C'est à l'*Ostrea frons* Park. plutôt qu'à l'*Ostrea carinata* Lamk, que je crois devoir rapporter les grandes huîtres virgulées et plissées d'Hosden.

J'ai en effet comparé les huîtres d'Hosden aux beaux échantillons d'*Ostrea frons* que le Musée possède du tufeau de Maastricht, et je considère l'identité des formes comme certaine, malgré la différence d'âge très sensible.

Une étude complète de ces huîtres, accompagnée de bonnes figures, reste encore à faire. Le Musée de Bruxelles possède à ce sujet tous les matériaux désirables et je compte entreprendre cette étude en temps et lieu.

Ostrea Goldfussi? Holz.

M. Holzapfel a décrit (pl. XXVIII, fig. 8 à 14), sous le nom de *Ostrea Goldfussi*, une petite huître qui me semble avoir des variations bien excessives, d'une part, et des ressemblances non moins grandes avec *Ostrea Peroni*, Coquand, car il ne m'est guère possible de distinguer les formes figurées pl. XXVIII, fig. 8, 12 et 13 de l'*Ostrea Peroni* qui se rencontre avec assez d'abondance dans la craie brune phosphatée de Ciply.

Quoi qu'il en soit, je possède du puits artésien d'Éghezée, plusieurs valves d'une petite huître virgulée, de la forme de la fig. 8 de M. Holzapfel, mais plus profondément plissée et à côtes plus régulières et qui s'écarte de la forme type de l'*Ostrea Peroni*, bien que des variétés provenant de la craie phosphatée se rapprochent beaucoup de la forme d'Éghezée.

D'autre part, j'ai également d'Éghezée, une valve supérieure à peine ondulée se rapprochant beaucoup des fig. 15 et 16 de M. Holzapfel.

J'avoue être assez perplexe et je devrai attendre de nouvelles trouvailles pour prendre une décision.

En attendant, je désignerai l'espèce sous le nom d'*Ostrea Goldfussi?* Holz., avec un signe de doute.

Ostrea Merceyi? Coq.

J'ai également rencontré dans les matériaux des puits artésiens d'Éghezée un certain nombre de petites huîtres à bords plissés qui se rapportent assez bien à des *Ostrea Merceyi* Coq., qui m'ont été envoyées par M. de Grossouvre. Je possède également l'*Ostrea Merceyi* d'à peu près tous les niveaux de notre craie et notamment de la craie phosphatée.

D'autre part, M. Holzapfel décrit et figure sous le nom d'*Ostrea Merceyi* (pl. XXVIII, fig. 4 a b), une valve supérieure provenant de la craie blanche à *Magas pumilus* d'Heure-le-Romain.

Il est donc probable que le nom de cette espèce figurera désormais d'une façon définitive sur la liste des fossiles du Hervien de la Méhaigne.

Ostrea semiplana, Sow.

Cette espèce, dont la détermination n'est pas douteuse, est très abondante à Hosden, Velu-Pont, Latinne et Fallais.

A Hosden, l'huître est presque toujours bivalve, de grande taille (jusque 8 centimètres de diamètre) et de conservation parfaite.

Un bon nombre de ces huîtres sont libres, mais d'autres se sont attachées, soit entre elles et alors les valves s'attachent souvent sur toute leur étendue, soit sur d'autres coquilles et tout particulièrement sur de très grandes *Gervillia solenoïdes* Defr. ou d'autres formes analogues, comme *Myoconcha*.

A en juger par les empreintes laissées sur les valves d'huîtres, les Gervillies devaient avoir jusque 15 centimètres de longueur.

Lorsque les *Ostrea semiplana* s'attachent ainsi aux Gervillies, leur forme normale est assez profondément modifiée. Le plus souvent, elle s'allonge en prenant la courbure de la Gervillie et elle frange son bord de plis.

Sur la valve libre, un phénomène analogue se produit; parallèlement à la partie lisse attachée de la valve inférieure, se développe un bourrelet en relief correspondant, qui reste lisse également, la partie de la coquille dépassant le support se frangeant seule de plis.

Dans cet état, l'*Ostrea semiplana* prend des formes analogues à l'*Ostrea Merceyi*, mais beaucoup plus grandes, ce qui ne laisse toutefois pas d'être embarrassant.

Nous désignons cette forme spéciale de l'*Ostrea semiplana* par la dénomination : *s Ostreaemiplana* var.

Ostrea vesicularis. Lmk.

L'*Ostrea vesicularis*, bien typique, a été rencontrée à Hosden, Velu-Pont et Latinne. Elle n'est pas abondante et elle possède la forme *Gryphea* très prononcée. Elle ne prend jamais une grande taille ; les plus grandes ont 5 à 6 centimètres de longueur.

Ostrea hippopodium, Nilss.

Cette huître a été rencontrée à Hosden, Braives, Velu-Pont, Fallais, Séron et Éghezée. Elle n'est pas abondante, ni très développée comme taille ; elle est toutefois très nettement caractérisée et parfaitement reconnaissable.

Ostrea podopsidea ? Nyst.

Je possède de Fallais un seul échantillon d'une petite huître bivalve, malheureusement brisée à la charnière.

Malgré cette avarie, ce qui reste se rapporte très exactement à l'*Ostrea podopsidea* Nyst, très abondante dans la craie de Spiennes et dans le Maastrichtien. L'espèce fait probablement son apparition dans le Hervien.

Exogyra laciniata, Nilss.

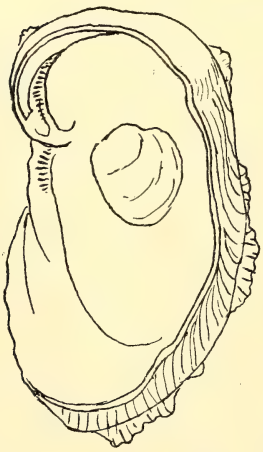


Fig. 10.

Encore une espèce très bien caractérisée et très développée comme taille et comme nombre à Hosden et rencontrée encore à Latinne et à Éghezée. L'espèce est souvent bivalve et d'une très belle conservation.

La forme est tout à fait typique.

J'ai été toutefois embarrassé par une coquille que je représente ci-contre en grandeur naturelle, et qui, à première vue, ressemble complétement à l'huître représentée par d'Orbigny (Pal. Fr. Terr. Crét., pl. 478, fig. 1-4) et dénommée — erronément d'après moi — *Exogyra haliotidea*. Je ne sais au juste ce qu'il faut penser de la forme figurée par d'Orbigny, mais après un examen attentif de la nôtre, je n'hésite plus à en faire une

Exogyra laciniata dont la surface d'attache est beaucoup plus plane et étendue que d'ordinaire. Les stries d'accroissement montrent très bien les ondulations tendant à former les pointes caractéristiques de l'ornementation de la grande valve.

Exogyra lateralis, Nills.

Rencontrée à Hosden, Latinne, Fallais et Éghezée, partout en petit nombre d'échantillons, mais parfaitement caractérisée et typique.

Exogyra haliotidea, Sow.

Cette forme, ainsi que *Exogyra auricularis* a été et est encore un

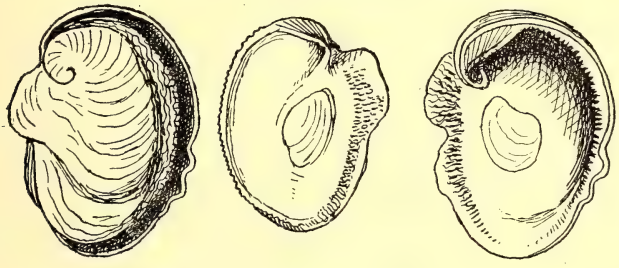


Fig. 11.

sujet de confusions presque inextricables de la part des paléontologues. Elle est, du reste, généralement très mal figurée, d'une manière diffuse et insuffisante ; on a sans doute dessiné soit des échantillons usés, dépourvus de leurs caractères, soit des échantillons à valves dépareillées, qui n'ont de commun que leur forme exogyre.

Or, Hosden nous fournit d'admirables coquilles bivalves qui devront servir désormais de types et que je compte décrire et figurer dans une prochaine monographie.

En attendant, je dirai que je considère comme *Exogyra haliotidea* Sow. des Exogyres de taille généralement médiocre (longueur maximum 4 centimètres), très souvent attachées, de forme générale arrondie, les deux valves très inégales, la valve inférieure à bords plus ou moins ondulés du côté buccal, à crochet très recourbé, *la bordure interne des deux valves étant très nettement crénelée sur tout le pourtour*, ainsi que le figure Sowerby. *Min. Conch.*, pl. 25, fig. 1-5.

La petite valve est operculiforme, plane, ornée de stries d'accroissements ondulées assez régulières ; elle est en outre bordée du côté buccal par un épaississement plus ou moins considérable lamello-

celluleux, dont l'exagération occasionne la formation d'une crête ou carène parallèle au côté buccal ; la surface courbe ainsi formée étant couverte de stries serrées normales à la carène et au bord buccal.

Deux petites valves dépareillées de Latinne, portent toutefois des côtes plus ou moins accentuées, mais indépendantes des stries d'accroissement. J'ai tout lieu de supposer qu'il s'est passé un phénomène semblable à celui constaté sur *Ostrea semiplana* et consistant dans la reproduction, sur la valve libre, de dessins imprimés sur la valve attachée. Dans le cas présent, les côtes semblent reproduire celles d'une Ammonite qui aurait servi de support.

L'*Exogyra haliotidea* ainsi comprise paraît être assez abondante à Hosden.

Anomia lamellosa, Rœmer.

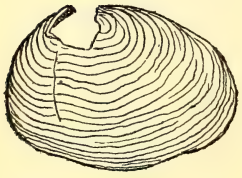


Fig. 12.

Le Dr F. A. Rœmer décrit dans *Die Versteinerungen der Norddeutschen Kreide*, 1840 », pl. VIII, fig. 3, sous le nom d'*Anomia lamellosa*, une Anomie qui semble se rapporter très exactement à l'espèce rencontrée par M. de Loë à Hosden et que nous avons également trouvée à Séron et à Éghezée. Les deux coquilles ont la même taille et la même ornementation.

L'espèce de Rœmer provient de la Craie supérieure.

Spondylus spinosus, Sow.

Spondylus spinosus Sow, est très répandu dans le Hervien de la Méhaigne, nous l'avons rencontré à Hosden, Velu-Pont, Latinne et Fallais. La coquille est souvent parfaitement conservée avec le test, muni de ses épines caractéristiques.

Suivant les lieux de gisements, l'ornementation de cette espèce varie assez sensiblement, il semble que dans le facies de Herve et des environs d'Aix-la-Chapelle, les côtes sont surtout recouvertes de stries d'accroissement squammeuses, tandis que sur la Méhaigne et dans le Hainaut, les stries squammeuses ne se montrent que peu ou point sur les côtes, mais elles dessinent de chaque côté de la côte une série de tubercules réguliers.

Nous possédons de nombreux matériaux qui nous permettront de faire, plus tard, une description très complète de l'espèce et de ses variations.

Spondylus truncatus? Goldf.

M. Purves a trouvé à Braives un Spondylus dont le test a disparu et qui a laissé une empreinte à ornementation rappelant le *Spondylus truncatus* Goldf, reproduit par d'Orbigny *(Pal. franc. Terr. Cret.)* pl. 459, fig. 1-4.

Le mauvais état du fossile dont je dispose ne m'autorise pas à en dire plus.

Je crois également reconnaître, dans la collection de M. de Loë, un fragment de test qui pourrait se rapporter à la même forme. Il provient de Hosden.

Spondylus Santonensis? d'Orb.

Dans la collection de M. de Loë, j'ai rencontré un fragment du test d'un Spondyle, dont l'ornementation correspond assez exactement à celle du *Spondylus Santonensis* d'Orb. (pl. 457, fig. 1, 2, 3).

Je ne puis toutefois émettre une opinion entièrement justifiée de cette manière de voir.

Spondylus, sp?

J'ai rencontré parmi les fossiles recueillis par M. Purves à Braives, un Spondyle conservé avec le test, mais dont on ne voit que la face interne, la roche étant trop dure pour qu'on puisse retourner le fossile. Ce qui semble caractériser cette espèce, c'est que l'intérieur est à peu près lisse et que le bord, épaissi et terminé en biseau, est crénelé à sa partie interne.

Je ne vois guère d'espèce décrite à laquelle pourrait se rapporter notre fossile.

Lima Marrotiana, d'Orb.

M. Purves a recueilli à Braives une quantité de fragments de roche montrant des fragments ou des empreintes d'une grande Lime que je ne puis que rapporter à *Lima Marrotiana* d'Orb. *(Pal. Fr. Terr. Cret.)* pl. 424, fig. 1-4. De son côté, M. de Loë en a recueilli une valve à peu près complète, mais moins grande, à Velu-Pont.

La description donnée par d'Orbigny se rapporte parfaitement à notre fossile, aussi je considère la détermination comme non douteuse.

Lima oviformis ? Müll.

J'ai rencontré à Hosden un fragment de test d'une Lime qui me paraît appartenir à *Lima oviformis* Müll, mais le fragment est frop incomplet pour pouvoir donner toute certitude au point de vue de la détermination.

Pecten laminosus, Goldf.

J'ai rencontré parmi les fossiles recueillis à Braives par M. Purves, un fragment de Pecten à lames concentriques, se rapportant très bien à un Pecten semblable, déjà rencontré dans le Hervien de Vaals et de la Province de Liége et qui a reçu le nom de *Pecten laminosus* Goldf. J'ai également recueilli un fragment de la même espèce à Éghezée.

Pecten lævis, Nilss.

J'ai rencontré ce petit Pecten à Hosden, à Séron et à Éghezée. Il existe dans le Hervien de Vaals et de la Province de Liége.

Pecten virgatus, Nilss.

J'ai recueilli à Séron une valve de ce Pecten, si abondant dans le Hervien de Vaals et de Battice.

Vola quadricostata, Sow.

M. Purves a rencontré à Braives toute une colonie de *Vola quadricostata* bien développées et typiques, correspondant bien aux figures données par d'Orbigny. L'espèce a également été trouvée à Hosden et à Latinne, ainsi qu'à Séron et à Éghezée.

Vola quinquecostata, Goldf.

Une coquille avec test et un moule interne provenant d'Hosden me paraissent bien appartenir à la valve bombée de *Vola quinquecostata* Gold. Toutefois des subdivisions des côtes principales semblent dénoter des tendances à une évolution de l'espèce.

Je crois reconnaître aussi, venant d'Hosden, deux valves plates appartenant à la même espèce.

Vola striato-costata ? Goldf.

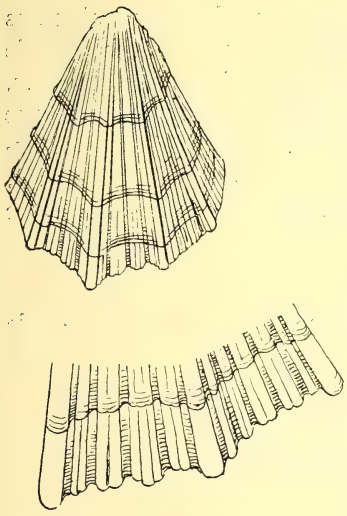


Fig. 13.

J'ai sous les yeux une petite Vola d'Hosden présentant deux stades d'accroissement. (Longueur 15 millim.)

La grande valve, la seule que je possède, très bombée, montre, sur les premiers 2/3 de sa longueur, les ornements simples et assez nets de *Vola quinquecostata ;* mais sur le dernier tiers, toutes les côtes se subdivisent, perdent de leur netteté et la coquille prend l'aspect de celle représentée dans *Petref. Germ.* de Goldfus, pl. 93, fig. 2, c, d, e, forme à laquelle le nom de *Vola striato-costata* a été conservé.

Je crois que nous assistons là à la transformation d'une forme dans l'autre, ainsi que j'aurai probablement l'occasion de le montrer plus tard d'une manière plus probante.

Vola Dutemplei ? d'Orb.

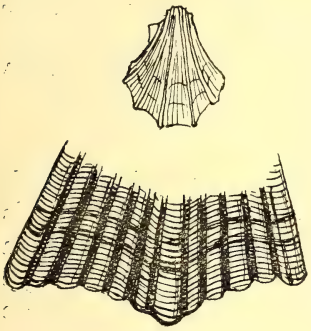


Fig. 14.

J'ai rencontré parmi les fossiles provenant d'Hosden et de Velu-Pont, deux petites Vola à grande valve très bombée et dont la surface est ornée de six grosses côtes rayonnantes principales, constituées chacune de trois plus petites assemblées, l'intervalle étant à son tour comblé par trois côtes dont celle du milieu semble un peu plus forte que ses voisines. Cette ornementation se rapporte assez exactement à celle de *Vola Dutemplei*, d'Orb. *(Pal. Fr. Terr. Cret.)*, pl. 447, fig. 8-11.

Toutefois, la forme générale de notre coquille diffère un peu de celle figurée par d'Orbigny ; les côtes sont moins saillantes, les creux moins prononcés et notre coquille montre des stries d'accroissement très accentuées, faisant paraître la coquille comme rugueuse.

Il nous faudrait de plus nombreux matériaux pour parvenir à une détermination moins douteuse.

Gervillia solenoides ? Defr.

J'ai déjà eu l'occasion de dire qu'à Hosden, d'assez nombreuses *Ostrea semiplana* ont été attachées à de grandes Gervillies dont le test a disparu, tandis que l'huître a conservé l'empreinte de son support.

J'ai tout lieu de croire que cette Gervillie est la même que celle que l'on rencontre à Vaals et que M. Holzapfel dénomme *Gervillia solenoides* Defr. et qu'il figure dans son bel ouvrage (pl. XXIV, fig. 11-12). Quelques-unes de ces Gervillies pouvaient avoir 15 centimètres de longueur.

Myoconcha ?

L'une des *Ostrea semiplana* de Hosden, conservée au Musée de

Fig. 15.

Bruxelles, a dû être attachée à une coquille très allongée, plus étroite qu'une Gervillie et ornée de stries longitudinales très nettes, assez serrées.

Il se pourrait que cette coquille soit un Myoconcha, mais il ne me paraît pas que ce puisse être *Myoconcha discrepans* Müll., du Hervien de Vaals.

Nos matériaux sont trop insuffisants pour prendre une décision à cet égard.

Pinna ?

Parmi les fossiles recueillis à Séron, je possède une partie des bords antérieur, ventral et postérieur d'une grande coquille à test très mince, dont il m'est impossible de déterminer le genre. C'est à la partie ventrale d'une *Pinna* que le fragment ressemble le plus. Malgré son contour anguleux, l'espèce serait lisse ou bien simplement couverte de fines stries d'accroissement très serrées.

Je n'ai rencontré rien de semblable dans aucun autre gîte hervien.

Inoceramus Cripsii ? Mant.

Parmi les fossiles recueillis à Braives par M. Purves, existent deux mauvais fragments d'Inocerame à côtes concentriques qui indiquent probablement la présence d'*Inoceramus Cripsii*, si abondant dans le Hervien des environs de Herve.

Fig. 16.

Modiola fabacea, Holz.

J'ai rencontré à Séron trois bonnes empreintes d'une petite Modiole striée se rapportant parfaitement, par tous ses caractères, à *Modiola fabacea*, décrite et figurée par M. Holzapfel (pl. XXV, fig. 15) et provenant de Vaals. Je ne puis douter de l'identité des deux coquilles.

Cucullæa subglabra, d'Orb.

Le Musée possède d'Hosden, de Latinne et de Séron, des moules internes de Cucullæ qui se rapportent, sans doute possible, à ceux de la *Cucullæa subglabra* d'Orb., espèce qui se rencontre en abondance dans le Hervien de Battice.

Pectunculus Geinitzi? d'Orb.

Je possède de Séron et d'Éghezée des fragments de Pétoncles, qui, lorsque de meilleurs matériaux seront mis à notre disposition, se laisseront sans doute identifier au *Pectunculus Geinitzi*, si abondant dans le Hervien de Vaals.

Trigonia Vaalsensis, Böhm.

Ce fossile, inconnu à Hosden, Velu-Pont et autres gîtes de la Méhaigne, a été recueilli en abondance à Braives, par M. Purves.

Il y a là une accumulation de ces Trigonies, mélangées aux nombreux exemplaires de *Lima Marrotiana* et *Vola quadricostata*.

C'est bien le *Trigonia Vaalsensis* Böhm, abondant dans le Hervien de Vaals.

Un fragment de Trigonie a également été recueilli à Séron.

Venericardia Benedeni? Müll.

La collection de Loë renferme, provenant d'Hosden, un beau moule intérieur d'une coquille bivalve, dont tous les caractères se rapprochent de ceux du moule intérieur de *Venericardia Benedeni*, si bien connu et si abondant dans le Hervien de Battice.

Astarte similis, Münst.

Cette petite coquille, à ornementation si caractéristique et si abondante à Vaals et à Battice, a été rencontrée par M. de Loë, à Hosden, et par moi à Séron.

Eriphyla lenticularis, Goldf.

Un assez bon moule incomplet de cette espèce a été recueilli à Séron.

Crassatella arcacea, Roem.

Des moules internes, bien caractérisés, de cette espèce, si abondante à Battice, ont été rencontrés à Hosden et à Éghezée.

Lucina subnumismalis? d'Orb.

J'ai rencontré à Séron une empreinte de Lucine pouvant se rapporter à cette espèce. Un moule interne trouvé à Hosden, représente peut-être la même espèce.

Cardium productum? Sow.

On rencontre à Hosden, à Braives, à Latinne et à Fallais, des moules intérieurs de gros Cardiums, généralement bivalves, qui semblent pouvoir être rapportés à cette espèce, bien qu'aucune certitude ne puisse être acquise.

Ces moules sont très bombés et fort étroits, comparativement à la longueur.

Il serait vivement à désirer que des empreintes extérieures de cette espèce puissent être recueillies.

Cardium Becksii, Müll.

J'ai rencontré à Séron plusieurs empreintes très nettes et très caractéristiques de cette espèce, si abondante dans le Hervien de Vaals.

Tapes fragilis? d'Orb.

M. de Loë a rencontré à Hosden un moule interne bivalve d'une coquille allongée, assez aplatie, dont la forme rappelle celle de la coquille décrite et figurée par M. Holzapfel (pl. XIII, fig. 6), comme *Tapes fragilis* d'Orb.

Tapes nuciformis? Müll.

M. de Loë a trouvé, principalement à Hosden, une demi-douzaine de moules internes bivalves d'une coquille arrondie, à crochet assez saillant, à valves assez bombées, semblant devoir appartenir à *Tapes nuciformis*, fossile très abondant dans le Hervien de Vaals.

Nos moules ont toutefois une taille à peu près double de la grandeur ordinaire de la coquille de Vaals.

Il m'est impossible d'en dire plus pour le moment.

Tapes faba ? Sow.

Encore un moule interne dont la détermination est forcément douteuse. Il provient d'Hosden.

Cytherea ovalis ? Sow.

J'ai rencontré à Séron et à Éghezée des moules internes paraissant se rapporter, par leur forme, à cette espèce.

Tellina costulata, Goldf.

Parmi les matériaux recueillis à Séron et à Éghezée, j'ai reconnu l'existence de plusieurs empreintes externes de *Tellina costulata* Goldf., espèce bien caractérisée et très abondante dans le Hervien de Vaals.

Tellina Renauxi ? Math.

M. de Loë a trouvé à Hosden un moule intérieur bivalve d'une coquille dont la forme semble se rapporter à celle décrite et figurée par M. Holzapfel (pl. XI, fig. 4-5) sous le nom de *Tellina Renauxi* Math. et provenant du Hervien de Vaals.

Glycimeris Geinitzi, Holz.

M. de Loë possède, dans sa collection, deux beaux exemplaires de grande taille d'un Glycimeris en tout semblable à celui qui se rencontre à Battice et qui a reçu de M. Holzapfel (pl. XI, fig. 2) le nom de *Glycimeris Geinitzi*. La détermination de cette forme n'est pas douteuse.

Toutefois, je ne considère pas la figure donnée par M. Holzapfel comme très satisfaisante.

Ceromya ?

J'ai rencontré dans les matériaux du puits artésien d'Éghezée trois moules internes qui paraissent se rapporter à une Ceromya.

Toutefois, la forme ne semble pas concorder avec le moule interne de *Ceromya cretacea* Müll., si abondante dans le Hervien de Battice.

Notre coquille est moins sphérique, sensiblement plus haute que large, avec crochet élevé.

C'est une forme douteuse.

Liopistha æquivalvis, Goldf.

J'ai trouvé plusieurs exemplaires de cette espèce à Éghezée. Je ne crois pas qu'il puisse y avoir de doute sur la détermination. Cette forme est abondante dans le Hervien de Battice et dans celui de Vaals.

Liopistha ?

Il existe, dans la collection de Loë, une petite coquille incomplète d'Hosden, dont la forme rappelle celle des Liopistha, mais dont l'ornementation, formée aussi de côtes radiantes, ne concorde cependant pas exactement avec *Liopistha æquivalvis*.

Je cite simplement ce moule pour mémoire.

Mactra ?

Petit moule interne provenant d'Éghezée et paraissant appartenir à une Mactra.

Corbula substriatula, d'Orb.

Je possède cette espèce d'une manière qui ne me paraît pas douteuse, de Séron. Elle est très abondante dans le Hervien de Vaals.

Corbula Beisseli, Holz.

Une empreinte provenant de Séron est rapportable à cette espèce.

Neæra, sp ?

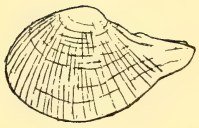


Fig. 17.

Il existe dans le Hervien de Vaals une petite Neæra dont la plus grande longueur ne dépasse pas 5 à 6 millimètres.

Dans la collection de M. de Loë, je trouve d'Hosden et de Fallais deux beaux moules internes de Neæra mesurant, suivant la plus grande longueur, 30 millimètres.

Les moules internes ont conservé des traces de l'ornementation extérieure, qui se compose de côtes rayonnantes assez irrégulières et assez serrées, recoupées par des côtes suivant les stries d'accroissement, assez apparentes vers les crochets et formant des tubercules obtus à leur rencontre avec les côtes rayonnantes.

Je ne connais jusqu'ici rien de semblable et il serait à désirer que des moules externes soient recueillis, de manière à pouvoir bien étudier cette intéressante espèce.

Gastrochæna americana, Gabb.

M. Hopzapfel décrit et figure sous ce nom (pl. VIII, fig. 9), des tubes coniques provenant du Hervien du Lusberg près d'Aix-la-Chapelle et que j'ai retrouvés dans le Hervien de Battice.

Des tubes identiques existent aussi dans les matériaux d'Éghezée et doivent par conséquent recevoir le même nom.

BRACHIOPODES.

Rhynchonella plicatilis, Sow.

Cette espèce, généralement citée sous les noms de *R. octoplicata* et *R. plicatilis*, devrait, ainsi que Davidson l'a déjà dit, recevoir défini-

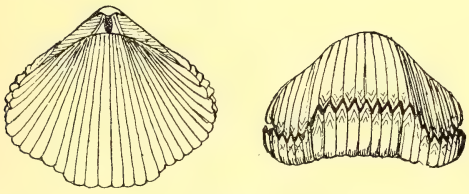


Fig. 18.

tivement le nom de *R. plicatilis* Sow. Les deux noms sont du reste du même auteur et ils ont apparu ensemble. Or, comme le nom d'*octoplicata* ne répond qu'à une simple variété, attendu que le nombre de plis est très variable, le nom de *plicatilis* est incontestablement le plus rationnel et d'une priorité égale au premier et il doit être adopté.

C'est cette forme, sous son aspect normal, qui est la plus abondante dans le Hervien de la Méhaigne. M. de Loë en possède de bons exemplaires d'Hosden, de Velu-Pont et de Fallais. Le Musée en possède aussi d'Hosden. Les coquilles sont en parfait état de conservation et sont bien caractérisées.

Terebratula minor ? Nilss.

M. de Loë a rencontré à Hosden quelques petites Térébratules dont l'une, assez bien conservée, indique une forme allongée à contour en

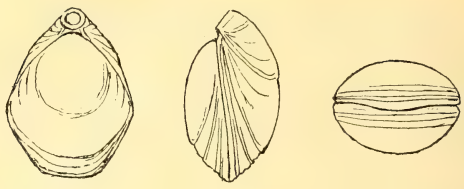


Fig. 19.

losange, à foramen grand, à crochet court et tronqué, à valves assez bombées, à commissure des valves non sinueuse.

Ces caractères se rapportent assez exactement à *Terebratula minor* Nilss. (*Petr. Suec.*, pl. IV, fig. 4, a, b, c), espèce admise par M. Lundgren dans son travail : *Undersökningar ofver Brachiopoderna i Sverges Kritsystem*, pl. III, fig. 5. Cette espèce a aussi beaucoup d'analogie avec la *Terebratula subceltica* Peron (*Les Brachiop. du Terr. Crét. sup. de Ciply* — Ass. Fr. pour l'avancement des sciences 1894, pl. IV, fig. 12-13-14), espèce que j'ai rencontrée dans la Craie d'Obourg aux environs de Mons; celle-ci paraît toutefois avoir le foramen plus petit et la forme générale moins quadrangulaire.

Terebratula carnea ? Sow.

La collection de Loë renferme encore, venant d'Hosden, un moule intérieur de petite Térébratule, assez mal conservé, qui paraît se rapporter à *Terebratula carnea*. Toutefois, il y a doute.

Terebratella Carantonensis ? d'Orb.

M. de Loë a recueilli à Hosden une demi-valve inférieure d'une *Terebratella* dont l'ornementation se rapproche beaucoup de *Terebratella Carantonensis* d'Orb. (*Pal. Franc. Terr. Crét.*) Pl. 518, fig. 1-4. D'après d'Orbigny, l'espèce serait cénomanienne. Il n'est pas possible d'en dire plus de notre fossile, trop incomplet pour pouvoir fournir une détermination précise.

Kingena lima ? Defr.

La collection de Loë renferme également, venant d'Hosden, un fragment de valve inférieure dont la forme et la structure pointillée se rapportent à *Kingena lima* Defr., dans le sens large admis par Davidson dans ses *Foss. Brachiop. of. Gr. Britain.*

Magas spathulatus, Wahl.

Il existe encore parmi les espèces d'Hosden un très bon fragment de

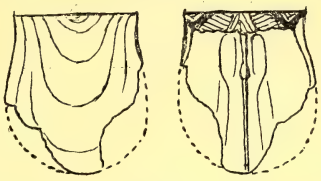


Fig. 20.

valve inférieure permettant de reconnaître immédiatement le grand *Magas spathulatus* Wahl, bien figuré par Nilsson *(Petr. Suec.* Pl. 3, fig. 15 a b).

Il ne peut y avoir de doute à cet égard.

ÉCHINODERMES.

Je n'ai aucune compétence spéciale pour la détermination des Échinodermes.

D'autre part, les échantillons recueillis par M. de Loë à Hosden et à Velu-Pont sont loin d'être d'une conservation satisfaisante. Je me contenterai donc de dire que je crois reconnaître dans les formes que j'ai sous les yeux : *Micraster glyphus* Shlüt., (Hosden et Velu-pont) ; *Echynocorys conica*, de petite taille (Hosden) ; *Echynocorys vulgaris*, de grande taille, forme arrondie semblable à celle que l'on rencontre abondamment dans la craie d'Obourg, à Harmignies près de Mons ; enfin un *Cardiaster* d'Hosden, indéterminable.

*
* *

Outre les formes citées ci-dessus, le Hervien de la Méhaigne est extrêmement riche en Spongiaires et il renferme également d'assez nombreux Polypiers. Il y aurait toute une monographie à faire relativement à ces organismes.

*
* *

Telles sont les espèces que nous avons reconnues jusqu'ici dans le Hervien du Bassin de la Méhaigne ; je crois utile d'en donner la récapitulation dans le tableau suivant :

TABLEAU DE LA FAUNE HERVIENNE DU BASSIN DE LA MÉHAIGNE

NOMS DES ESPÈCES	Hosden.	Braives.	Velu-Pont.	Latinnes.	Fallais.	Séron.	Eghezée.
Céphalopodes.							
Ammonites, sp.?	—						
Hamites Aquisgranensis? Schlüt.	—						
Baculites vertebralis, Lmk.	—		—		—		
Belemnitella mucronata, Schl.	—	?	—				
— *quadrata*, Blainv.	—	—		—			
Actinocamax verus, Mill.	—						
Gastropodes.							
Dentalium alternans, Müll.						—	
Emarginula, sp.?			—				
Pleurotomaria A.	—						
— *B.*	—		—		—		
Turbo retifer, J. Böhm.						—	
Astralium Loëi, Nob.	—						
Solariella gemmata, Sow.	—		—				?
— sp.?	—		—				
Trochus?							—
Discohelix.	—						
Turritella quadricincta, Goldf.						—	
— *socialis*, Müll.						—	
— sp.?	—						—
Natica, sp.?							—
Amauropsis exaltata? Goldf.							—
Diastoma Loëi, Nob.	—		—				
Mesostoma Bosqueti, Müll.						—	?
Lispodestes Schlotheimi, Roem.					—		
Cultrigera? acuta, Holz.						—	
Cinulia Humboldti? Müll.	—						
Lamellibranches.							
Ostrea (Alectryonia) armata, Goldf.	—		—	—	—		
— — *frons*, Park.	—						
— *Goldfussi?* Holz.							—
— *Merceyi?* Coq.							

NOMS DES ESPÈCES	Hosden.	Braives.	Velu-Pont.	Latinnes.	Fallais.	Séron.	Eghezée.
Ostrea semiplana, Sow.	—		—	—	—		
— *vesicularis*, Lmk.	—		—	—			
— *hippopodium*, Nilss.	—	—	—		—	—	—
— *podopsidea?* Nyst.					—		
Exogyra laciniata, Nilss.	—			—			
— *lateralis*, Nilss.	—			—	—		—
— *haliotidea*, Sow.	—			—	—		
Anomia lamellosa, Roem.	—					—	—
Spondylus spinosus, Sow.	—		—	—	—		
— *truncatus*, Goldf.	—	—					
— *Santonensis?* d'Orb.	—						
— sp.?		—					
Lima Marrotiana, d'Orb.		—	—				
— *oviformis?* Müll.	—						
Pecten laminosus, Goldf.		—					—
— *lævis*, Nilss.	—					—	—
— *virgatus*, Nilss.						—	
Vola quadricostata, Sow.	—	—	—	—	—		—
— *quinquecostata*, Goldf.	—						
— *striatocostata?* Goldf.	—						
— *Dutemplei?* d'Orb.	—		—				
Gervillia solenoïdes? Defr.	—						
Myoconcha?	—						
Pinna?						—	
Inoceramus Cripsii? Mant.		—					?
Modiola fabacea. Holz.						—	
Cucullœa subglabra, d'Orb.	—			—		—	
Pectunculus Geinitzi? d'Orb.						—	—
Trigonia Vaalsensis, J. Böhm.		—				?	
Venericardia Benedeni? Müll.	—						
Astarte similis, Münst.						—	
Eriphyla lenticularis, Goldf.						—	
Crassatella arcacea, Roem.	—						—
Lucina subnumismalis? d'Orb.						—	
Cardium productum? Sow.		—			—		
— *Becksii*, Müll.						—	
Tapes fragilis? d'Orb.	—						
— *nuciformis?* Müll.	—		?				
— *faba?* Sow.	—						
Cytherea ovalis? Sow.						—	—
Tellina costulata, Goldf.							—
— *Renauxi?* Math.	—						
Glycimeris Geinitzi, Holz.	—						

NOMS DES ESPÈCES	Hosden.	Braives.	Velu-Pont.	Latinnes.	Fallais.	Séron.	Eghezée.
Ceromya?							—
Liopistha æquivalvis, Goldf.							—
— ?	—						
Mactra?							—
Corbula substriatula, d'Orb.						—	
— *Beisseli*, Holz.						—	
Neœra, sp.?	—				—		
Gastrochœna americana, Gabb.							—
Brachiopodes.							
Rhynchonella plicatilis, Sow.	—		—		—		
Terebratula minor? Nilss.	—						
— *carnea?* Sow.	—						
Terebratella carantonensis? d'Orb.	—						
Kingena lima? Defr.	—						
Magas spathulatus, Wahl.	—						
Echinodermes.							
Micraster glyphus, Schlüt.	—		—				
Echinocorys vulgaris, Brey.	—						
— *conica*, Brey.	—						
Cardiaster?	—						

Somme toute, cette faune n'offre rien de particulier que son caractère franchement hervien. La présence de *Belemnitella mucronata*, de *B. quadrata* et d'*Actinocamax verus* est intéressante à constater.

Il n'y a guère d'espèce propre au Bassin de la Méhaigne en dehors de formes incomplétement connues, comme *Emarginula*, *Trochus* et *Neœra*.

La présence à Hosden de *Ostrea frons* et la fréquence de *Ostrea armata* est aussi intéressante à signaler, ainsi que l'abondance de *Lima Marrotiana* à Braives.

Parmi les Brachiopodes, l'existence de *Rhynchonella plicatilis* Sow et de *Magas spathulatus* Wahl. est bien constatée.

Enfin, pour ce qui concerne les Gastropodes nouveaux auxquels j'ai attribué un nom : *Astralium Loëi* et *Diastoma Loëi*, ils ne sont pas propres au Bassin de la Méhaigne, car je connais ces formes dans le Hervien type de Battice.

Il doit être également bien entendu qu'il est possible que quelques-uns des fossiles cités aient été rencontrés dans la partie de craie très glauconifère qui surmonte la zone graveleuse signalée à Velu-Pont. S'il en est ainsi, ces fossiles appartiendraient, non au Hervien, mais à la partie inférieure de l'Assise de Nouvelles correspondant à la Craie d'Obourg du Hainaut.

Je ne crois pas, toutefois, que l'erreur puisse atteindre plus d'une demi-douzaine d'espèces.

Je considère d'ailleurs cette note comme un travail préliminaire, exposant ce que nous savons actuellement, et j'espère que si je suis mis à même de faire des recherches personnelles dans le Bassin de la Méhaigne, je pourrai ajouter des formes nouvelles à celles citées ci-dessus, tout en précisant d'une façon plus stricte leur niveau stratigraphique.

LES DÉPOTS SUPERFICIELS

ET

L'ÉROSION CONTINENTALE

DANS LE

BASSIN DU CONGO

PAR

J. Cornet

—

INTRODUCTION

Les régions de l'Afrique équatoriale occupées par le bassin du Congo sont constituées par des massifs de terrains anciens plissés ayant autrefois formé des chaînes aujourd'hui fortement dénudées, réduites par l'érosion à des massifs surbaissés, aplatis, d'altitude modérée. Ces massifs primaires sont flanqués de couches, horizontales ou peu dérangées, de grès et de schistes d'âge permo-triasique considérés généralement comme d'origine lacustre. Le long de la côte océanique, des lambeaux de dépôts crétacés et tertiaires avec fossiles marins, reposent sur les grès continentaux ou sur le soubassement ancien. Enfin, par-dessus cet ensemble, vient un manteau plus ou moins continu et d'épaisseur variable de terres meubles ayant pour origine première l'altération chimique et la désagrégation mécanique des roches; tantôt ces produits ont conservé la position des roches dont ils proviennent, tantôt ils ont été remaniés par le ruissellement des eaux sauvages ou par les cours d'eau.

L'étude de ces terres meubles superficielles fait l'objet du présent travail.

Le dernier des plissements qui ont bouleversé les terrains anciens du Congo est probablement d'âge hercynien. Depuis lors, le pays n'a plus connu d'immersion océanique généralisée.

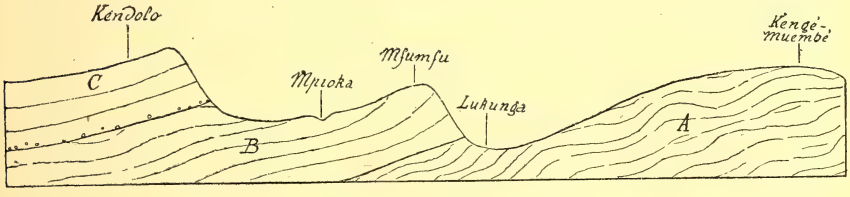
Consécutivement aux mouvements hercyniens, se sont formées de vastes nappes lacustres (ou des mers intérieures : nous ne discuterons pas ici ce point) où se sont déposées les puissantes couches de schistes et de grès qui recouvrent une grande partie de la charpente ancienne du pays. Ce dépôt a probablement occupé les débuts des temps secondaires, mais il paraît s'être répété une seconde fois, beaucoup plus tard, dans des bassins d'ailleurs plus restreints. Enfin, après l'assèchement définitif, l'intérieur du pays a été rendu en entier à l'action exclusive de l'atmosphère et des eaux courantes.

Sur une partie du sol de la région cette action s'est donc exercée depuis la fin des temps primaires ; ailleurs, depuis une date mal déterminée de l'ère secondaire, probablement vers le triasique; dans certaines parties du continent, enfin, elle n'a débuté que beaucoup plus tard, peut-être vers la fin du tertiaire, après le retrait des derniers grands lacs intérieurs.

Dans la région côtière, une zone relativement étroite du continent a été recouverte à plusieurs reprises par la mer crétacée, puis par la mer tertiaire, et ce n'est qu'à une date récente, sans doute postérieure au miocène, qu'elle est définitivement rentrée sous l'action des agents continentaux.

L'érosion a enlevé aux massifs anciens et post-primaires du bassin du Congo des masses de matériaux réellement colossales. Pour en donner une idée je citerai un exemple pris dans le Congo moyen.

Fig. 1. — *Coupe transversale des vallées de la Lukunga et de la Mpioka, passant par Lukungu.*



A. — Dévonien.
B. — Couche de la Mpioka. } Système des grès rouges feldspathiques.
C. — Couche de l'Inkissi. }

A l'est de la vallée de la Lukunga, le pays s'élève en escarpements successifs donnant lieu à deux énormes gradins qui mènent au grand

plateau de l'intérieur (fig. 1). Ces escarpements présentent la tranche d'un système de couches, légèrement incliné vers le centre du continent, ayant une épaisseur totale de plus de cinq cents mètres; cet ensemble est coupé nettement, presque en falaises, et l'on en rencontre à peine des vestiges à l'ouest de la Lukunga.

Ainsi, une masse énorme de roches dont nous ne pouvons limiter l'extension primitive qu'à la chaîne métamorphique occidentale, a subi une dénudation totale (1). L'érosion s'exerce d'ailleurs encore avec une activité extraordinaire sur les flancs des deux escarpements représentés par la figure. On y voit de beaux exemples de l'importance que peut atteindre l'action du ruissellement superficiel. Les eaux sauvages entraînent sur les pentes, et de là dans les cours d'eau, les produits meubles de l'altération sur place et celle-ci, se poursuivant sans interruption, fournit sans cesse au ruissellement des matériaux nouveaux.

On conçoit donc quel intérêt présentent l'examen des diverses parties du sol superficiel et l'étude de leur formation ; on y trouve la solution des problèmes que présente l'histoire du relief souvent si spécial de différentes régions du bassin du Congo.

Le caractère de composition le plus général des dépôts superficiels de l'Afrique tropicale consiste dans la présence d'une forte proportion d'oxyde ferrique à divers états d'hydratation, qui lui donne une teinte rouge variant du rouge carmin au rouge brun, ou une coloration jaunâtre ou brune. Le fer s'y concrétionne souvent en nodules, plaques, amas ou bancs stratiformes d'une limonite sableuse et argileuse, affectant le plus souvent un aspect celluleux rappelant des scories. Il arrive en beaucoup d'endroits que le ruissellement superficiel, enlevant les parties meubles du dépôt, laisse sur le sol des planchers, des blocs disséminés ou accumulés en amas chaotiques de cette limonite spongieuse, donnant ainsi au paysage un aspect souvent très caractéristique (2).

HISTORIQUE.

La teinte souvent rouge vif des dépôts superficiels du Congo, jointe à la tendance au concrétionnement de la limonite qu'ils renferment, les ont fait assimiler à la *latérite* (3) de l'Inde, de Ceylan, du Brésil, etc.

(1) Il faut y ajouter toute l'épaisseur des grès blancs du Pool, dont on retrouve des vestiges au sommet de la crête de Kendolo.

(2) Ces masses scoriacées, noirâtres à la surface, sont souvent considérées comme des *laves* par les voyageurs.

(3) De *later*, brique ou tuile.

La latérite *(Buchanan)* qui couvre des espaces considérables dans ces contrées est, d'après les géologues qui l'ont étudiée, le produit de l'altération *in situ* des roches du sous-sol (basalte, gneiss, etc.) sous l'influence d'une température élevée, de pluies abondantes et d'une riche végétation (1). Elle est ainsi caractérisée par *de Richthofen :*

« Im frischen Zustand, ist es fest, aber schneidbar; braun, roth, gelb und weiss gefleckt; thonig und zuweilen etwas sandig. Die hellen und weissen Theile sind weicher als die anderen; daher werden sie an den Flächen eines Auschnittes, z. B. bei dem Ziehen eines Grabens, oder dem Einschneiden einer Strasse, leicht vom Regen herausgewaschen. Eine solche Flache erhält dadurch ein zellig-schwammiges Gefüge. Die stehen bleibenden Theile sind eisenreich. Sie werden bald glänzend braun oder schwärzlich und hart, so dass die Aubruchsfläche ein vollkommen schlackenartiges Auschen erhält. ... Auch ist sie dadurch charakterisirt, dass sie durch Zerreiben ein rothes Pulver ergiebt » (2).

Le savant géologue voyageur considère comme rentrant dans la latérite ainsi définie les dépôts superficiels de l'Afrique tropicale, spécialement vers la côte occidentale. On la connaît, dit-il, dans le bassin du Congo et le pays des Monbuttu (3). De Richthofen ajoute, à propos du mode de formation, que des formations alluviales ou éoliennes peuvent subir une transformation qui leur donne un aspect latéritique (4).

Les terres superficielles du Congo se rapprochent souvent du type décrit plus haut, mais ce fait est loin d'être général comme nous le verrons par la suite et la teinte rouge elle-même n'est rien moins qu'universelle.

Les voyageurs allemands qui se sont occupés de la géologie du Congo ou des régions voisines, *Lenz*, *Pechuel-Loesche*, *Joseph Chavanne*, ont rapporté sans hésitation les dépôts superficiels de ces contrées à la latérite classique, c'est-à-dire qu'ils les considèrent comme dérivant de l'altération *in situ* des roches du sous-sol.

Les latérites se forment, dit *Pechuel-Loesche*, par l'influence mécanique et chimique des agents atmosphériques dans les pays où existe une démarcation plus ou moins nette entre une saison sèche et une saison humide et où les plus fortes chaleurs coïncident avec les grandes

(1) ...wo hohe Wärme, Regenreichthum und üppige Vegetation sich vereinigen (von Richthofen, *Führer*, p. 464).

(2) *Führer*, p. 464.

(3) *Ibidem.*

(4) *Ibidem*, p. 465.

pluies... Sauf là où elle a été remaniée par les eaux, la latérite est complétement dépourvue de stratification propre... On peut souvent observer tous les stades intermédiaires entre la roche-mère à peine décolorée par l'oxydation et la latérite typique à l'état de terre meuble... Elle ne renferme en fait de cailloux roulés que ceux qui peuvent déjà exister en cet état dans la roche-mère (1).

Pechuel-Loesche reconnaît toutefois l'importance du remaniement, par le ruissellement des eaux pluviales, les torrents, les rivières et le Congo lui-même, de la latérite formée *in situ*. Mais à l'intérieur du continent, les alluvions anciennes du Congo sont pour lui localisées en quelques endroits limités au voisinage de la vallée actuelle du fleuve et remontent à une époque où le niveau n'était guère supérieur que de 40 ou 50 mètres à ce qu'il est aujourd'hui. Quant à la latérite de la région côtière, occupant l'espace qui s'étend dans le voisinage de l'estuaire entre le littoral et les premières collines cristallines, c'est-à-dire jusque près de Boma, elle est *stratifiée* et provient du dépôt sur le fond de la mer, à l'époque où l'océan recouvrait la région basse voisine de la côte, des sédiments arrachés au revêtement latéritique du continent et charriés par les fleuves, spécialement par le Congo.

En résumé, Pechuel-Loesche distingue une latérite non stratifiée, restée en place (Laterite von zelligem Gefüge in ursprünglicher Lagerung), et une latérite stratifiée provenant du remaniement de la première et formant exclusivement la latérite côtière (Laterite von dichtem Gefüge in sekundärer Lagerung).

Joseph Chavanne (2) adopte les conclusions de *Pechuel-Loesche* quant à l'origine première de la latérite.

Il distingue, d'après la couleur, la *latérite jaune* et la *latérite rouge*, la première recouvrant ordinairement la seconde. Il pense que la variété jaune dérive de la rouge par suite de l'action chimique et mécanique de l'atmosphère; en d'autres termes, ce serait la latérite rouge remaniée par le ruissellement.

Nous verrons que, d'après mes propres observations, le produit du ruissellement superficiel est en effet, dans beaucoup de régions, caractérisé par une teinte jaune clair.

Pour ce qui concerne la latérite de la région côtière, *J. Chavanne*

(1) Pechuel Loesche. — *Loango und die Loangoküste* (Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, 1876). — *Zur Geologie des westlichen Kongo-Gebiet* (Deutsche Rundschau 1886). — *Kongoland*, Iena, 1887.

(2) *Reisen und Forschungen im alten und neuen Kongostaate in den Jahren 1884 und 1885*, Iena, 1887.

admet qu'elle est remaniée, mais il est d'avis qu'elle s'est déposée sur le continent et non sous les eaux marines.

E. Dupont (1) repousse l'assimilation quant au mode d'origine des dépôts superficiels du Congo à la latérite de l'Inde. « Les actions, dit le savant directeur du Musée, sous lesquelles se produit l'abondance du peroxyde de fer ne dérivent nullement de l'origine même de la nappe de surface. Elles ont donné à celle-ci un facies commun dans les régions tropicales, et de ce facies commun, on a cru pouvoir conclure à une communauté et même à une unité d'origine. Là gît la confusion introduite dans le sujet. Les causes du facies latérique sont absolument indépendantes des modes de formation de la couche superficielle, qu'elle soit détritique par désagrégation et altération chimique sur place, ou de transport par voies torrentielles, fluviales ou autres. »

C'est là, me semble-t-il, une façon saine d'envisager les choses. Mais M. *Dupont*, refusant d'admettre l'universalité de la formation *in situ*, tombe dans l'extrême opposé en considérant *toutes les terres meubles* du Congo comme *des alluvions anciennes du fleuve*.

Pour M. *Dupont* « le dépôt superficiel qui forme le sol du bassin du Congo, dans la région littorale, dans la région montagneuse aussi bien que dans le Haut-Congo, est propre à ce bassin et représente les dépôts d'alluvion du fleuve pendant les diverses phases de son percement dans les Monts de cristal. *Dans le Congo moyen et inférieur, son extension est limitée par la ligne de faîte du bassin.*

» Ce dépôt, dit l'éminent géologue, est essentiellement constitué par un lit de cailloux roulés que surmonte une nappe jaune rougeâtre de sable quartzeux, de sable argileux et de lits d'argile grise ou rouge ; nappe épaisse, en certains points, d'une centaine de mètres et présentant, surtout à sa base, du minerai de fer en masses distinctes ou cimentant les cailloux roulés.

» Le dépôt argilo-sableux reste absolument le même du confluent du Kassai aux rives de l'Atlantique, quelle que soit la nature du sous-sol. Sur cette longueur de 600 kilomètres, il conserve la même disposition, la même structure, qu'il repose sur les grès blancs du Haut-Congo, sur le grès rouge, sur les roches calcareuses et schisteuses et sur les roches cristallines de la région montagneuse, ou bien sur le sous-sol varié de la région littorale. Il reste le même, qu'on l'observe sur les collines de Kwamouth, dans les plaines du Stanley-Pool, sur

(1) *Lettres sur le Congo*, Paris, 1889. (Voir spécialement : chap. XIX. Questions géologiques, pp. 502-503 et 514-530.)

les hauteurs de Léopoldville, tout le long du sentier des caravanes, aussi bien sur la rive nord de la région des chutes et dans la zone côtière jusqu'à Banane et l'Océan, où, entamé par le flot, il se dresse en falaise... Les cailloux roulés démontrent d'une manière incontestable que nous avons affaire à des dépôts de transport... Jusque dans le voisinage de la ligne de faîte (1) qui sépare le bassin du Congo de celui du Quilou-Niari, on retrouve le dépôt stratifié argilo-sableux jaune rougeâtre... Les cailloux roulés ont été observés au-dessous jusqu'à une distance d'environ 40 kilomètres du fleuve. »

Ainsi que je l'exposerai plus loin, je considère l'opinion de M. *Dupont* comme beaucoup trop radicale et je m'efforcerai de restreindre l'importance des alluvions anciennes du Congo pour restituer aux produits d'altération *in situ* et aux produits du ruissellement pluvial l'importance qui doit leur revenir.

Je me bornerai à dire ici que je n'ai pas observé dans les dépôts superficiels l'uniformité d'aspect énoncée par M. Dupont. Quant aux cailloux roulés, ils n'ont pas toujours la signification qu'il leur attribue.

Récemment, à la suite d'un voyage d'exploration géologique dans le bassin de l'Ogowé, un ingénieur des mines français, M. *Barrat*, a publié une remarquable étude sur la géologie du Congo français (2). Bien qu'il ne s'étende guère sur les dépôts superficiels, il en interprète les différents types d'une façon qui me paraît rationnelle. Abstraction faite de quelques formations saumâtres actuelles, il classe ces dépôts en trois groupes :

1° Formations détritiques, argileuses, sableuses, provenant de la décomposition superficielle des roches, ne présentant aucune trace de stratification et passant à la roche-mère d'une façon continue. On les trouve surtout sur les sommets et les flancs des collines.

2° Formations diluviales, stratifiées, provenant du remaniement du type précédent. Elles occupent toute la zone littorale et en outre les plateaux étendus et peu élevés et les bas-fonds de l'intérieur. On y trouve généralement des cailloux roulés.

M. Barrat admet que ce *diluvium* a été déposé à une époque « pendant laquelle de très grandes surfaces furent couvertes par les eaux ». Cela est peut-être le cas pour le *diluvium* de la région côtière, qu'il faudrait dans ce cas ranger dans le troisième type, mais, à l'intérieur, les formations détritiques en place n'ont été, me semble-t-il,

(1) Atteignant 700 à 750 mètres d'altitude.

(2) *La Géologie du Congo français*. (Annales des Mines, 1895.)

et ne sont encore remaniées en dehors des cours d'eau que par le ruissellement superficiel des eaux pluviales. Tout ce qui n'est pas dépôt détritique en place ou produits du ruissellement doit rentrer dans le troisième cas.

3° Alluvions anciennes ou actuelles des cours d'eaux, souvent accompagnées de cailloux roulés.

En publiant les observations faites pendant mon voyage au Katanga j'ai adopté une partie des conclusions de M. Dupont en restreignant toutefois, chose essentielle, l'extension des alluvions anciennes des cours d'eau au voisinage immédiat de leur vallée propre, et en faisant une part plus grande aux produits de l'altération sur place (1).

Je distinguai, parmi les formations superficielles, trois types essentiels que je caractérisai en ces termes que l'on m'excusera de reproduire :

1° *Produits de l'altération sur place, sans transport notable, des roches du sous-sol.* — On les rencontre surtout bien développés sur les hauts plateaux sans pentes accusées et ils sont caractérisés par l'état non roulé de leurs éléments durs ; les veines de quartz primitivement enclavées dans les roches sous-jacentes sont souvent restées entièrement en place dans la partie terreuse du dépôt. La nature de celle-ci dépend évidemment de celle des roches sous-jacentes. Elle est généralement argilo sableuse, colorée quelquefois en gris ou jaune, mais le plus souvent en rouge brique... On trouve ce type bien développé surtout sur les hauts plateaux qui s'étendent entre le bassin du Congo et celui du Zambèse.

2° *Alluvions anciennes du flanc des vallées, caractérisées par la présence de cailloux roulés...* — J'ai eu surtout l'occasion d'étudier ce type le long du Lualaba, où l'on peut aisément observer latéralement sa limite avec le type précédent, d'après l'état roulé ou non roulé des cailloux.

3° *Alluvions du fond des vallées.* — Il faut distinguer les dépôts d'alluvions encore en voie de formation par suite des inondations annuelles et les nappes d'alluvions anciennes déposées par des expansions lacustres aujourd'hui disparues.

Comme on le voit, j'ai attribué, dans le Sud du bassin, à l'altération superficielle un rôle plus important que ne l'avait fait M. Dupont dans d'autres régions. Mais j'ai quelque peu méconnu l'importance du ruis-

(1) J. Cornet. — *Die geologischen Ergebnisse der Katanga Expédition.* (Petermans Mitteilungen, Juni Heft. 1894.)

sellement superficiel des eaux pluviales et ai rangé les produits de ce ruissellement à côté des formations détritiques en place dont ils dérivent. C'est l'étude des coupes présentées par les tranchées du chemin de fer du Congo qui m'a amené à leur restituer l'importance, réellement considérable, qui leur revient.

Pour ce qui concerne l'assimilation en bloc des dépôts du Congo à la latérite de l'Inde etc., je disais : « Si l'on veut conserver le nom de latérite à tous les dépôts superficiels rougeâtres des tropiques, on ne doit pas donner à ce mot la signification unique de produit d'altération sur place... Le mieux serait de rayer le mot latérite comme substantif et de ne conserver que l'adjectif en l'appliquant aux formations superficielles des tropiques auxquelles la suroxydation des éléments ferrifères a donné une teinte rouge brique (transformation latéritique, facies, aspect latéritiques) (1). »

Je crois être arrivé à établir, dans les pages suivantes, que les terres meubles qui recouvrent au Congo les roches intactes et en place peuvent se classer dans les quatre catégories suivantes :

I. — Produits de l'altération sur place des roches du sous-sol.
II. — Produits du ruissellement sur les pentes, sous l'influence des eaux pluviales.
III. — Alluvions actuelles des cours d'eau.
IV. — Alluvions anciennes des cours d'eau.

Cette classification est conforme à celle que j'ai établie précédemment, sauf que j'institue une catégorie spéciale pour les produits du ruissellement, provenant presque toujours du remaniement des produits d'altération sur place. Je laisse de côté les dépôts post-tertiaires ou récents d'origine marine, qui se rencontrent dans la région côtière et dont je n'ai pas eu l'occasion de faire une étude suffisante pour en parler autrement que d'après les écrits de mes prédécesseurs.

INFLUENCES AGISSANT SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL.

Les éléments essentiels qui entrent dans la composition des dépôts que nous étudions ici sont : la *silice*, à l'état de sable, gravier, cailloux roulés ou anguleux : l'*argile* ordinairement mélangée, mais se rencontrant quelquefois en lits d'une grande pureté ; le *fer* à l'état d'oxyde ferrique plus ou moins hydraté. L'analyse a en outre montré

(1) *Les formations post-primaires du bassin du Congo.* (Annales de la Soc. géol. de Belg. T. XXI. 1894.)

la présence de petites quantités d'acides phosphorique et sulfurique, de chlore, de magnésie, de soude, de potasse... (1). Beaucoup de ces terres contiennent une petite quantité de carbonate de chaux ; quelques-unes font effervescence par les acides.

Les roches dont ces divers éléments dérivent sont principalement des granits, des roches à aspect de gneiss, de micaschistes, de gneiss amphiboliques, des quartzites, des arkoses, des phyllades, des poudingues à pâte argileuse et calcareuse, des schistes argileux souvent calcarifères, des calcaires, des phtanites, cherts, silex, grès, etc., des grès exclusivement siliceux ou argileux et feldspathiques, etc. Il faut ajouter une masse énorme de quartz blanc à l'état de filons, veines, etc. dans les roches stratifiées.

Enfin, les influences altérantes qui agissent sur ces roches sont : la chaleur, l'air, l'eau avec les éléments qui y sont dissous, la végétation et jusqu'à certains animaux.

Le mécanisme de l'altération chimique et mécanique des roches est suffisamment traité dans les ouvrages classiques pour que j'aie besoin d'y revenir ici (2). Je me bornerai à dire un mot de quelques cas particuliers.

Pendant la saison chaude, le sol, dans les endroits dépourvus de végétation, peut être porté par l'insolation à une température de 70 à 75° et dépassant même 80°. Ces températures atteignent leur maximum justement à l'heure où vont survenir les violentes pluies d'orage qui versent sur le sol de l'eau à une température de 20 à 25°.

On conçoit les effets que doit produire sur la partie superficielle des roches une brusque chute d'une cinquantaine de degrés dans la température du sol. Ce phénomène doit jouer un rôle dans le morcellement des affleurements des filons de quartz qui résisteraient à l'action de l'eau.

Le rayonnement nocturne, succédant à un violent échauffement des roches peut produire des effets analogues. J'ai rencontré, dans le Sud du bassin, sur le granit et les roches éruptives basiques des cas de desquamation qui ne peuvent être attribués qu'à cette cause. Des phénomènes de ce genre ont du reste été observés par *Livingstone* près du lac Nyassa, par O. *Fraas* en Égypte, par *Zittel* dans le Sahara, etc.

(1) Klement. — (Tchermak's mineral. u. pétrogr. Mittheilungen, Bd. VIII, p. 24.)

(2) Bischoff. — *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie.*

Senft. — *Lehre von den Entstehung und Natur des Erdbodens.*

F. von Richthofen. — *Führer für Forschungsreisende.*

E Van den Broeck. — *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques.*

L'action mécanique du vent, généralement négligeable au Congo, se fait cependant sentir en certains points sur les falaises de la région côtière et, dans le pays des Batéké (Congo français), on a signalé (1) de véritables *dunes* atteignant 200 à 300 mètres de hauteur.

L'action chimique de l'eau sur le sol est favorisée par les substances qui y sont dissoutes, l'acide carbonique, etc. Peut-être la présence d'une petite quantité d'acide nitrique et d'ammoniaque, qui ne doit pas être négligeable dans ces régions où les orages atteignent une violence et une fréquence extraordinaires, doit-elle aussi entrer en ligne de compte.

Les acides organiques et l'ammoniaque empruntés aux végétaux en décomposition jouent certainement un rôle important.

Cela nous amène à parler de l'influence de la végétation. Le facies latéritique est considéré comme caractéristique des pays chauds et humides revêtus d'une riche végétation.

Les racines, en s'insinuant entre les feuillets des roches schisteuses, ne contribuent pas peu à les désagréger, et les canaux qu'elles creusent dans les dépôts meubles facilitent la pénétration, dans la profondeur, de l'eau chargée de principes dissolvants, dont elles augmentent d'ailleurs elles-mêmes la proportion.

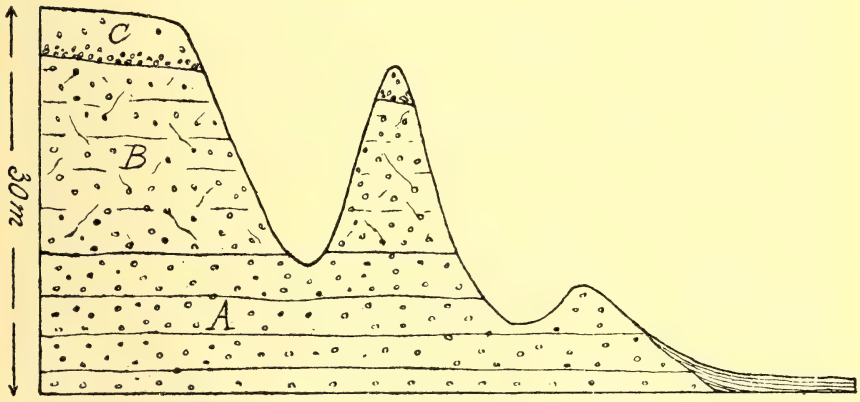
Mais la végétation, ligneuse ou herbacée, exerce aussi une influence protectrice en garantissant le sol des actions mécaniques dues au ruissellement superficiel. Dans les régions boisées ou très herbues, la couche meuble résultant de l'altération des roches du sous-sol reste en place et va sans cesse s'épaississant par le bas. La végétation vient-elle à disparaître par une cause quelconque, incendie ou déboisement, les eaux ruisselantes remanient le produit d'altération, qu'elles étalent sur les pentes, avec des cailloux anguleux de quartz, en un manteau souvent très épais. Le ruissellement atteint sa plus grande intensité là où le sol superficiel est peu perméable ; ce cas se présente notamment dans les régions formées de schistes argileux. Les herbes ne s'établissent que lentement sur les nappes de ruissellement et en beaucoup d'endroits on peut voir sur le versant des collines des amas de terres jaunâtres en forme de cones de déjection et ayant à distance l'aspect de terrassements exécutés par l'homme. Il faut avoir vu dans ces endroits les eaux sauvages à l'œuvre, lors des grandes pluies d'orage, pour se faire une idée de la rapidité avec laquelle les terres se déplacent ainsi vers le bas.

Ailleurs on voit les eaux ruisselantes creuser dans les dépôts meubles

(1) M. Barrat, *loc. cit.*

des sillons profonds, des rigoles qui, s'approfondissant, se ramifiant et se réunissant, deviennent bientôt de véritables gorges étroites aboutissant souvent à des cirques ou entonnoirs aux parois escarpées et garnies de pyramides de terre, d'obélisques, de tours, etc., dont chaque pluie tend à modifier l'aspect (fig. 2). On voit fréquemment ces ravinements entamer des collines jusqu'à leur centre où ils peuvent se réunir à un entonnoir analogue formé de l'autre côté. Il est incontestable qu'ils doivent leur origine à l'action érosive des eaux ruisselantes et non à des effondrements du sol comme l'ont cru certains voyageurs.

Fig. 2. — *Coupe d'un ravinement en entonnoir.*



A. — Grès rouge feldspathique avec galets, inaltéré.
B. — Même roche transformée sur place en un produit meuble rouge violacé.
C. — Dépôt de ruissellement avec galets remaniés.

On peut observer tous les intermédiaires entre une simple rigole creusée sur la pente d'une colline et des gouffres profonds de plus de 50 mètres aboutissant souvent à la vallée voisine par une gorge tellement étroite et tortueuse qu'ils paraissent fermés de toutes parts.

Le creusement des entonnoirs est très rapide ; on voit souvent des sentiers encore nettement tracés, coupés net par le progrès du phénomène. Les torrents qui en sortent charrient d'énormes quantités d'alluvions. Le travail direct de l'eau est aidé par la tendance à l'affaissement des masses terreuses qui bordent le haut du précipice ; elles s'éboulent dans l'abîme, d'où elles sont bientôt entraînées à l'état de sables et d'argiles.

Ce mode d'érosion est extrêmement actif dans les régions occupées par les grès rouges feldspathiques horizontaux. Ces roches, altérées en un produit meuble sur une épaisseur considérable, fournissent une

prise facile au ravinement. Le pays formé par ces grès horizontaux a dû être primitivement un plateau continu couvert de forêts favorisant l'altération en place. Il doit son modelé actuel, en larges mamelons séparés par des ravins étroits, au ravinement qui s'est exercé avec énergie sur les masses meubles aussitôt après la disparition des forêts et au ruissellement superficiel étalant les dépôts meubles en nappes et arrondissant ainsi le relief.

Les eaux d'infiltration entretiennent sur les parois et dans le fond des entonnoirs et des ravins d'érosion une humidité continuelle; aussi, dès que le ravinement a atteint un état d'équilibre relatif, la végétation s'y établit, herbacée d'abord, ligneuse ensuite, et elle arrive rapidement à une vigueur remarquable, protégeant ainsi les parois du gouffre contre une érosion ultérieure.

En certains points, principalement sur les fortes pentes, le ravinement et le ruissellement ont totalement enlevé les terres meubles superficielles et mis à nu les roches du sous-sol

Dans ces affleurements, les roches schisteuses se présentent généralement dans un état d'altération avancé, mais d'autres roches, pourtant très altérables, comme le granit, la diabase, certaines roches amphiboliques, les calcaires purs, quelquefois les grès feldspathiques s'offrent souvent tout à fait intacts sous une patine de faible épaisseur. Il faut admettre que ces affleurements, étant sans cesse lavés par les pluies, sont ainsi continuellement débarrassés des parties superficielles altérées. Les beaux affleurements de roches intactes se rencontrent fréquemment dans le lit des rivières, où les surfaces sont sans cesse nettoyées par l'eau courante.

Pour ce qui concerne les affleurements nus de calcaire, l'aspect corrodé, carié ou irrégulièrement arrondi des surfaces, montre l'action constante de l'eau chargée d'acide carbonique. Dans une région du Congo moyen, le calcaire pur se présente à l'état de rochers sporadiques, vestiges de couches continues, aujourd'hui démantelées par l'érosion. Des roches siliceuses dures, cherts, silex, etc., qui les accompagnaient sont restées sur le sol en blocs épars ou accumulés en grand nombre, quelquefois énormes, n'ayant guère subi que des actions mécaniques. Ces masses rocheuses, quelquefois dénommées *blocs erratiques* par les voyageurs, proviennent d'ailleurs aussi de plusieurs autres niveaux stratigraphiques, mais elles ont toujours la même signification.

Dans la zone devonienne du Congo moyen, formant une large bande

que traversent le fleuve, les routes de caravanes et le chemin de fer, une partie notable du sous-sol est formée par des couches très épaisses de poudingues à pâte argileuse calcarifère mêlée de grains quartzeux, toujours très abondante par rapport aux éléments roulés. Ceux-ci sont des fragments de quartz, de quartzites, d'arkose, de granits divers, de calcaire, etc. Sous l'action des agents météoriques, la pâte de poudingue se décalcifie, se décolore et finit par se transformer en une masse meuble plus ou moins argileuse ou sableuse, de teinte variable, où restent engagés les galets de quartz et de quartzites intacts et les galets de granit plus ou moins altérés.

Aux endroits favorables, le ruissellement pluvial remanie tous ces éléments et étale sur les surfaces en pente des nappes de dépôts terreux, mêlés de cailloux roulés. Il s'agit, pour le géologue, de ne pas confondre ces dépôts terreux, accompagnés de cailloux roulés, généralement mêlés de quelques fragments anguleux de quartz de filon et de parties moins altérées de poudingue, avec des alluvions qui auraient été amenées là par un ancien cours d'eau.

Le plissement des couches devoniennes ramène le poudingue à la surface un grand nombre de fois en une série de zones d'affleurements parallèles, ordinairement très larges, ce qui donne aux dépôts avec galets remaniés une extension considérable et rend la confusion plus facile encore.

Les grès feldspathiques horizontaux renferment également des bancs remplis de galets ; ces éléments roulés, restés en place dans le produit d'altération, sont aussi remaniés par les eaux sauvages et se retrouvent dans les nappes de ruissellement où ils simulent d'anciens galets de rivières.

Il va sans dire que les cailloux roulés provenant des couches en place du sous-sol peuvent être amenés dans des cours d'eau, où ils se mêlent aux éléments charriés par le courant et sont tôt ou tard déposés au sein des alluvions actuelles. On pourra de même en retrouver dans des alluvions anciennes indiscutables. La présence de cailloux anguleux permettra ordinairement de distinguer les dépôts n'ayant subi que l'action du ruissellement pluvial, mais il restera cependant des cas douteux.

Les produits d'altération restés en place ou remaniés par le ruissellement superficiel, bien que présentant dans les différentes régions du Congo une certaine analogie de caractères dus à des conditions de formation identiques et aux influences communes qu'ils ont subies, possèdent cependant des caractères spéciaux variant avec les roches

dont ils dérivent. Cela est surtout vrai pour les produits d'altération restés en place; ils se présentent avec des aspects différents, selon qu'ils résultent de l'altération des différents types de roches de la zone métamorphique, des poudingues, schistes et calschistes devoniens, des grès feldspathiques ou des grès tendres du centre du bassin.

J'aurai à constater ces différences dans le relevé de mes observations sur le terrain.

La couleur rouge brique, considérée comme si caractéristique des formations superficielles des tropiques qu'elle leur a valu le nom de latérite, est bien loin d'être générale au Congo. C'est à peine si l'on peut dire qu'elle est la plus fréquente. Les teintes jaunes, rousses ou brunes, dues à l'hydroxyde ferrique, sont presque aussi répandues; elles paraissent plus spéciales aux terres de ruissellement, tandis que la couleur rouge vif est souvent celle des produits d'altération *in situ*. Cette règle n'a cependant rien d'absolu.

I. — FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA ZONE CRISTALLINE.

Mes observations personnelles dans la première partie de la zone cristalline, entre Boma et Matadi se réduisent à peu de chose.

En plusieurs points des environs de Boma, on peut observer dans des excavations naturelles ou artificielles la transformation graduelle des micaschistes ou des gneiss (1) en un produit sableux rougeâtre peu cohérent (2). Mais le dépôt superficiel le plus abondant consiste en une épaisseur considérable de terres sableuses rougeâtres accompagnées de lits épais de cailloux roulés. On peut très bien observer ce dépôt à Boma dans les coupes pratiquées pour le passage des routes et de la voie du tramway à vapeur. J'ai constaté que les cailloux roulés ne semblent pas, à Boma du moins, dépasser une altitude de vingt mètres au-dessus du niveau du fleuve, tandis que le dépôt sableux rougeâtre forme le haut du plateau où est situé le Sanatorium. Les cailloux roulés sont presque exclusivement formés de quartz de filon.

C'est là, à n'en pas douter, un dépôt alluvial ancien du Congo.

(1) Ou du moins des roches à aspect de micaschistes et de gneiss.

(2) Pechuel-Loesche a aussi observé des exemples de cette altération graduelle dans des excavations pratiquées à Boma. Chavanne cite des exemples pris dans la vallée de la rivière des Crocodiles.

Près de Boma, Pechuel-Loesche signale des cailloux roulés à la surface de la latérite; ils y ont été, dit-il, amenés par des cours d'eau avant la formation de la latérite aux dépens de la roche en place formant le lit.

M. Dupont a observé cette terre rougeâtre avec cailloux roulés sur les collines du Nord de Boma jusque près de Binga (1).

Aux environs de Boma, les dépôts remaniés par le ruissellement, quoique bien caractérisés en certains endroits par la présence de blocs anguleux de quartz, sont souvent difficiles à distinguer des alluvions anciennes ou du produit d'altération resté en place. D'ailleurs, la grande perméabilité de ces dépôts sableux rend le ruissellement relativement peu considérable.

D'après M. Dupont, tous ces dépôts recouvrant les collines qui bordent le Congo de Boma à Matadi, sont des terres rouges de nature alluviale avec cailloux roulés, s'étendant d'après lui sur les plateaux latéraux. M. Dupont mentionne la présence, sur les flancs de la vallée, de plusieurs terrasses étroites échelonnées à des hauteurs diverses mais constantes pour chacune d'elles; une est à 15 ou 20 mètres au-dessus du fleuve. Malgré mon réel désir de confirmer cette intéressante observation, il m'a été impossible de distinguer ces terrasses. Je n'ai pas pu davantage observer les alluvions rougeâtres qui, d'après M. Dupont, surmontent ces roches dures au Chaudron d'Enfer; l'escarpement m'a paru formé jusqu'au sommet par des roches en place (2).

A partir de Matadi, je possède des observations personnelles faites le long de la ligne du chemin de fer, sur l'ancienne route des caravanes par Kimpangala et Congo Dialemba et sur la route de la rive nord du Kionzo à Issanghila.

Le massif primaire surbaissé qui forme la bordure occidentale du bassin du Congo est coupé par une gorge étroite par laquelle le grand fleuve descend des régions centrales vers la mer. Les affluents que reçoit le Congo à la traversée de ce massif, nés sur les hauteurs latérales du plateau et coulant d'abord dans de larges vallées, s'encaissent dans des ravins de plus en plus profonds à mesure qu'ils s'approchent de leur confluent; les tributaires de chacun d'eux se comportent de

(1) Pechuel-Loesche mentionne à une heure en amont de Boma, dans une vallée encaissée, une coupe dans les alluvions anciennes du fleuve.

(2) Sur le versant méridional du Mongo Elonga, au Sud-Est de Nokki, Chavanne a observé le micaschiste altéré passant graduellement à la latérite. Le même voyageur signale sur les hauteurs qui bordent la vallée du Congo au Nord près de Nkongolo et de Nesundi, au Sud près de Nokki et de Mbuessi, de nombreux blocs arrondis ou anguleux de limonite. Sur la route de Nokki à San Salvador il a mentionné entre les villages de Ntuku et de Tomboko, des veines de quartz en place dans la latérite; entre la rivière Lunda (Mpozo supérieure) et San Salvador une *gneiss-laterit* grise, renfermant peu de fer et enfin, sur le plateau de San Salvador, une latérite scoriacée, brun jaunâtre foncé, riche en concrétions ferrugineuses et empâtant des cailloux de quartz.

même en arrivant au voisinage de ces vallées secondaires. Là où les ramifications des branches hydrographiques sont rapprochées les unes des autres, il en résulte un pays extrêmement tourmenté, où des crêtes étroites et escarpées séparent des vallées resserrées et profondes. Ce caractère est le plus prononcé là où le fleuve, se rapprochant du niveau de l'océan, est le plus bas par rapport au plateau primaire, c'est-à-dire dans la région qui suit les dernières cataractes. La vallée de la Mpozo, par exemple, et celle de ses affluents inférieurs, constituent de véritables gorges très encaissées séparées par des massifs étroits, donnant lieu ainsi à un district extraordinairement accidenté présentant presque partout un terrain en pente très raide.

La structure géologique se combine aux effets de l'érosion pour donner au relief de cette région un caractère particulier très frappant dans les environs de Matadi et de Palabala.

Les terrains qui forment les rives du Congo aux environs de Matadi et que l'on rencontre dans la vallée de la Mpozo consistent essentiellement en couches puissantes de roches très résistantes se présentant comme des grès et des psammites ou quelquefois comme des quartzites et des micaschistes ; des zones de roches schisteuses amphiboliques moins dures y sont intercalées.

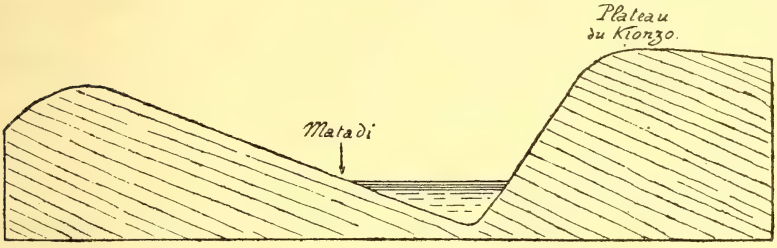
Ces couches affectent une disposition très simple : elles sont simplement relevées, à peu près vers le N-W, d'une angle variant de 15 à 30°.

Il résulte de cette disposition et de la résistance relativement grande des roches, que là où une profonde vallée d'érosion est creusée parallèlement à la direction des couches, elle présente un versant abrupt du côté de la tranche des strates et un versant en pente beaucoup plus douce du côté du plat. Quand une vallée court perpendiculairement à la direction, ses deux versants sont en pente très forte et offrent sur leurs parois la coupe des couches inclinées.

Ainsi, le Congo, devant Matadi, est à peu près parallèle à la direction des bancs ; sa rive gauche présente une pente relativement modérée, tandis que sur la rive droite il est bordé par l'escarpement raide qui mène au plateau du Kionzo (fig. 3). En aval du confluent de la Mpozo le fleuve offre sur sa rive gauche du côté des *Échelles* aussi bien que sur la rive droite, à Vivi, des versants escarpés laissant voir par place l'inclinaison des bancs ; en cet endroit, son cours est perpendiculaire à la direction des couches.

Près du pont du chemin de fer sur la Mpozo, la rive gauche de la rivière présente les tranches des couches et forme le versant escarpé du massif du Pic Cambier ; du côté opposé sont des pentes plus modé-

Fig. 3. — *Coupe schématique de la vallée du Congo à hauteur de Matadi montrant la disposition des couches et l'inclinaison des versants.*



rées sur lesquelles la voie s'élève en décrivant les lacets de Matadi Mapembé.

Vers la gare de Palabala et vers Kengé, les vallées des cours d'eau devenant moins encaissées, ce caractère d'opposition entre les versants s'atténue et il tend d'autant plus à s'effacer que dans cette région les couches schisteuses métamorphiques n'offrent plus la simplicité de disposition et de composition que l'on rencontre plus à l'Ouest, elles ont subi des plissements courts et répétés et sont beaucoup plus variées en nature.

Une conséquence facile à déduire, c'est que dans la région coupée de vallées profondes, sur les pentes raides qui bordent le Congo, la Mpozo et ses affluents supérieurs, les dépôts meubles de ruissellement seront rares ou absents, et l'on y trouvera en abondance des éboulis blocaillenx et des cailloux anguleux amenés sur les pentes par les eaux pluviales.

Sur les pentes relativement modérées, mais souvent encore considérables, offertes par le plat des couches, on trouvera, outre le cailloutis, une épaisseur variable d'un dépôt terreux dû au ruissellement.

Quant au produit de l'altération météorique des roches, on l'observera fréquemment sur les pentes modérées, mais sur les versants raides des vallées, on ne le trouvera en place qu'en quelques points privilégiés; le plus souvent il sera remanié par le ruissellement superficiel.

Vers le haut du massif de Palabala et vers Kengé, la Nduisi et la Bembizi, où la raideur des pentes diminue considérablement, on rencontrera beaucoup plus souvent en place le produit de l'altération météorique, généralement recouvert, par l'intermédiaire d'un cailloutis, d'une terre meuble résultant de son remaniement.

Pour ce qui concerne les dépôts formés par les cours d'eau aux époques précédentes de leur travail de creusement, les pentes raides

n'en offrent que des vestiges, sous forme de galets de quartz remaniés dans le cailloutis de ruissellement, ou au sein du limon qui le recouvre. Les versants modérés en présenteront fréquemment en plus grande abondance, souvent accompagnés d'alluvions anciennes argilo-sableuses, elles-mêmes plus ou moins remaniées par le ruissellement.

Observations faites le long de la ligne du chemin de fer.

La première tranchée, à la sortie de la gare, à environ cinq mètres au-dessus du niveau moyen du fleuve, montre un amas épais de blocs de quartz de toutes tailles avec quelques cailloux roulés, mêlés et surmontés d'un limon brun rougeâtre dans lequel on ne peut voir qu'un produit de ruissellement.

Près de la factorerie de la Société belge du Haut-Congo, devant le Ravin Léopold, on voit de même, dans une coupe pratiquée à droite de la voie, un épais cailloutis à éléments les uns anguleux, les autres roulés, recouvert d'une terre jaune brun et reposant sur la roche intacte.

Au delà du Ravin Léopold, une terre rouge brique, également accompagnée de quelques cailloux roulés et de nombreux fragments anguleux de quartz, se présente dans les mêmes conditions. La teinte rouge que l'on constate ici semble être en relation avec la présence de nombreux cristaux d'aimant dans la roche sous-jacente.

A partir de la gare des Eaux-Bonnes, les roches amphiboliques prennent une importance considérable dans la formation du sous-sol jusque dans la vallée de la Mpozo. Elles sont fortement altérées et souvent décomposées en un produit argileux gris verdâtre renfermant des parties moins altérées de la roche.

Dans la vallée de la Mpozo, la raideur des pentes rend la partie terreuse du dépôt superficiel très rare. Les escarpements sont recouverts de blocs éboulés de la roche du sous-sol, principalement d'une grande quantité de gros blocs de quartz blanc, mêlés de menus fragments anguleux. En quelques endroits seulement, ce cailloutis est mélangé d'une assez forte proportion d'une terre sableuse brun rougeâtre. On voit très peu de cailloux roulés.

Au delà du pont métallique jeté sur la Mpozo, la voie court pendant un certain temps sur le versant droit en pente relativement modérée, de la vallée de la rivière. On observe, à la base d'un limon diversement coloré, ordinairement brun ou verdâtre, recouvrant des roches amphiboliques fortement altérées, une grande quantité de

cailloux bien roulés de quartz pouvant dépasser un poids de 100 kilogrammes et mêlés à quelques fragments anguleux. Les galets de quartz s'observent jusqu'à environ 40 mètres au-dessus du niveau actuel de la Mpozo. On peut les observer notamment près du poste téléphonique et du pont du Ravin de la Mission.

Passé le Ravin de la Mission, la voie s'élève rapidement vers le massif de Palabala et on cesse bientôt d'observer les cailloux roulés en grande quantité et en place. Jusqu'au garage de Matadi-Mapembé, on en rencontre encore quelques-uns mêlés aux cailloux anguleux de la surface. Ceux-ci recouvrent en grande abondance tout le sol des environs.

Aux rampes de Matadi-Mapembé on voit un grand nombre de blocs colossaux de quartz blanc éboulés sur les pentes, provenant d'épais filons qui font saillie au-dessus du sol.

Au delà des lacets de Matadi-Mapembé, un tiers environ du cailloutis est formé de fragments bien roulés de quartz ; d'autres ont simplement les angles arrondis ; d'autres sont anguleux. Ces divers éléments, à nu dans les endroits en pente très raide, sont recouverts ailleurs d'une terre brun jaunâtre plus ou moins abondante.

Les éléments roulés du cailloutis superficiel, observés déjà sur le versant de la gorge du Congo à Matadi et au Ravin Léopold proviennent évidemment de dépôts de rivières ou de torrents remaniés par le ruissellement pluvial.

La voie court ensuite à flanc de coteau le long du Ravin du Diable ; on ne voit plus de cailloux roulés parmi le dépôt de cailloux anguleux.

Jusqu'à la gare de Palabala, les roches en place sont fortement altérées vers la surface et souvent transformées en un produit meuble de teinte et de composition diverses selon leur nature et traversé en beaucoup d'endroits de veines de quartz restées en place. Au-dessus reposent des lits de cailloux anguleux de quartz accompagnés quelquefois d'une terre sableuse ou argilo-sableuse, jaune, rouge ou brune, qui fait ordinairement défaut sur les pentes raides (fig. 4). Les zones de roches amphiboliques vertes sont les plus altérées ; les roches métamorphiques siliceuses ont mieux résisté. Jusqu'à la gare, la voie est construite sur un terrain en pente généralement très prononcée, où les terres meubles d'altération, de même que les terres remaniées pour le ruissellement, sont peu abondantes.

Au delà de la gare, d'importantes tranchées montrent les couches schisteuses du sous-sol, altérées en place en un produit rouge recouvert de cailloux anguleux avec plus ou moins de terre de ruis-

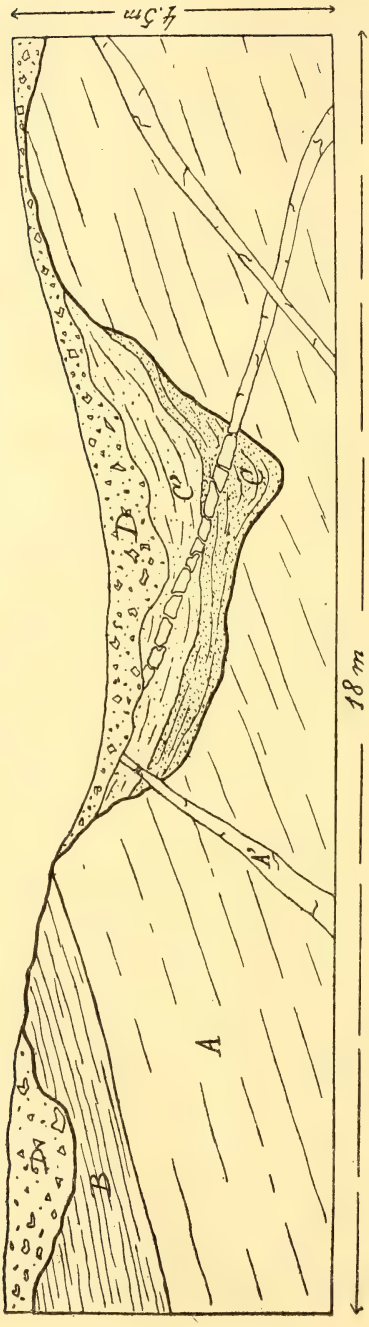


FIG. 4. — *Coupe d'une tranchée sur le flanc du Ravin du Diable.*

A. — Schistes amphiboliques.
A'. — Filons de quartz.
B. — Quartzites micacés.
C. — Produit d'altération vert foncé.
C'. — Produit d'altération rouge brun.
D. — Cailloux anguleux et terre de ruissellement.

sellement. Le produit d'altération sur place varie de composition et de couleur avec la nature des roches dont il provient. Il est plus ou moins argileux, jaune brun ou rouge vif, souvent bigarré ; les veines de quartz restées en place y sont fréquentes.

Un peu avant le col de Kutadi, à proximité des vallées de ruisseaux affluents de la Kibueza, on trouve dans ce dépôt superficiel de gros blocs de quartz bien roulés, mêlés à des blocs anguleux. Au delà du col de Kutadi, jusqu'au col de Tambagadio, on continue à observer les mêmes dépôts superficiels, recouvrant les roches altérées en un produit meuble. Près du fond de la vallée du ruisseau Lola, un grand nombre de cailloux roulés sont mêlés aux fragments anguleux et souvent accompagnés d'un limon brun paraissant de nature alluviale.

Le limon alluvial brun, avec nombreux cailloux roulés et quelques cailloux anguleux à la base, est très développé dans la vallée de la Kibueza, au delà du col de Tambagadio. On le voit fréquemment reposer sur le produit d'altération sur place avec veines de quartz restées intactes. Dès que la voie sort de la vallée, on voit les éléments roulés disparaître pendant un certain temps.

Au delà de la gare de Kengé, on retrouve des cailloux roulés mêlés en grand nombre aux éléments anguleux qui accompagnent la terre jaune brun recouvrant la roche altérée en place ; on les observe du moins aux endroits où la voie court dans le voisinage du fond de la vallée du ruisseau Kengé ; les cailloux roulés font défaut, dès que la plateforme s'élève (Col aux Buffles, Col Sofi).

Vers le Col Sofi, le produit d'altération sur place, très épais, est d'un beau rouge vif.

Passé le Col Sofi, aux cailloux anguleux formant la base de la terre superficielle, généralement brune, jaune par places, est mêlée en grande quantité une grenaille de tout petits cailloux de limonite impure et l'on trouve dans ce limon un grand nombre de blocs de limonite scoriacée.

En approchant de la rivière Nduisi, le produit d'altération, coloré par place en rouge carmin, est très épais et présente de nombreuses veines de quartz en place. Au-dessus repose un limon brun foncé recouvrant un cailloutis à éléments roulés mêlés de cailloux anguleux. Au delà de la rivière, des cailloux roulés de quartz, quelquefois de gros blocs bien arrondis, sont encore mêlés aux cailloux anguleux de la base de la terre superficielle.

On voit donc que les cailloux roulés apparaissent chaque fois que la plateforme de la voie arrive dans le voisinage du fond d'une vallée ;

l'extension verticale des cailloux roulés dépasse rarement 4 ou 5 mètres au-dessus du fond de la vallée.

Au delà de Congo di Vanga, les cailloux anguleux, avec des blocs souvent énormes, mêlés au produit du ruissellement pluvial, forment des dépôts très épais sur la roche altérée en place. Plus loin, l'importance du cailloutis diminue et par contre, la terre de ruissellement, jaune, jaune brun ou grise, atteint une grande épaisseur. Les roches du sous-sol donnent souvent par altération une terre meuble grise traversée de veines de quartz. De la Nduisi jusqu'au delà de la petite Bembizi, on trouve sur les côtés de la voie un grand nombre d'affleurements nus de schistes verdâtres (Monolithe, etc.).

Passé le Monolithe, les schistes chlorités du sous-sol donnent un produit d'altération rouge, très épais, recouvert de limon de ruissellement jaune ou jaune brun avec cailloux anguleux. C'est ce qu'on voit près de la gare de la Kamansoki et au delà jusqu'à la petite Bembizi.

Observations faites en dehors de la ligne du chemin de fer.

Sur la rive gauche du Congo, aux environs de Matadi, vers Kinkanda et vers la Mpozo, les roches siliceuses métamorphiques se montrent fréquemment à nu, très altérées à la surface. Ailleurs, le sol est formé d'une terre jaune ou jaune brun, sableuse, légèrement micacée, atteignant une certaine épaisseur sur les pentes douces, et remplie de fragments anguleux de quartz de filon et de la roche stratifiée sous-jacente. Là où le sol est formé de roches amphiboliques vertes (colline entre le ravin de Fuka-Fuka et celui de Kala-Kala), le sous-sol est recouvert presque uniformément d'un produit d'altération argileux gris verdâtre, recouvert d'un dépôt de ruissellement de même teinte avec cailloux anguleux. On ne peut voir dans ces terres jaunes ou grisâtres à cailloux anguleux qu'un produit du ruissellement pluvial.

Cependant, au voisinage du fleuve, sur la colline séparant le ravin de Fuka-Fuka de celui de Kala-Kala et en plusieurs autres endroits des environs de Matadi, on trouve quelques cailloux roulés, restes d'anciennes alluvions, complétement remaniées par le ruissellement (1).

En 1891, j'ai eu l'occasion de parcourir à pied la route des caravanes de Lukungu par Kimpangala et Congo Dialamba, et d'y faire sur les

(1) M. Dupont mentionne des cailloux roulés près de Matadi, à plus de cent mètres au-dessus du fleuve.

dépôts superficiels quelques observations qui corroborent celles que j'ai faites plus tard dans les tranchées du chemin de fer.

Après avoir franchi la Mpozo, non loin de l'emplacement du pont actuel du chemin de fer, le sentier des caravanes escalade le massif de Palabala, qui sépare Mpozo du ruisseau Nséké. On y observe nettement l'opposition que j'ai déjà signalée entre les pentes raides offertes par la tranche des couches et les pentes comparativement plus douces qui leur font face. Sur les pentes raides, on trouve en plusieurs endroits des affleurements d'épais filons de quartz et des blocs de quartz alignés ou éboulés sur le flanc des collines, atteignant souvent des dimensions véritablement colossales.

Les pentes faibles, tournées vers Nséké, sont couvertes d'un manteau très continu de terre jaunâtre.

Au delà de la Nséké, le pays devient de moins en moins accidenté, la couche meuble acquiert une épaisseur de plus en plus grande à mesure qu'on s'avance vers le ruisseau Kengé et la Nduisi, et les affleurements rocheux sont rares. La terre superficielle devient plus argileuse.

La route traverse le Kengé, non loin de la gare de ce nom.

Le massif qui sépare la Nduisi de la Bembizi (grande Bembizi) et où est situé Congo Dialemba, est formé de schistes verts, fortement décomposés vers la surface et passant par gradation à un produit argileux bigarré de rouge et de jaune, que montrent très nettement de profonds ravinements dûs aux eaux ruisselantes. Cette argile est recouverte d'une terre de ruissellement remplie de fragments anguleux de quartz, de schistes, etc., et d'une grenaille de petits cailloux limoniteux. Enfouis dans cette terre ou disséminés à la surface du sol, sont des blocs parfois énormes de limonite scoriacée (1).

A partir de la Nduisi, le pays s'accidente de nouveau, mais le type des collines à versants différemment inclinés (fig. 3) a disparu pour faire place à des collines en mamelons dont les plus élevées ont souvent la disposition tabulaire. Chose digne de remarque, la limonite scoriacée est surtout abondante aux altitudes les plus fortes, sur les collines tabulaires ; elle abonde sur le plateau du Congo Dialemba et les ravinements la montrent dans la forêt de Massamba, mais elle n'existe pas dans la vallée de la Bembizi et de ses affluents, si ce n'est vers le haut des pentes qui mènent aux plateaux.

A part cette particularité, la nature du sol superficiel reste la même jusqu'à la Lufu et vers Banza Manteka : partout un manteau de terre

(1) Observés en 1887, par M. *Dupont*.

jaune ou brun rougeâtre argilo-sableuse, laissant voir çà et là des affleurements des roches vertes du sous-sol. M. *Dupont* a noté la présence de ce dépôt sur les plateaux non loin de Banza Manteka.

Plus près du Congo, non loin de Banza Kulu, à la cote 350, M. *Dupont* a observé sur une pente de grands affleurements de cailloux roulés, cimentés par de la limonite et recouverts par le dépôt rougeâtre argilo-sableux. Il range le tout parmi les alluvions anciennes du fleuve.

Sur la rive nord du Congo, dans la zone cristalline, M. *Dupont* mentionne des cailloux roulés souvent cimentés par du minerai de fer, parmi les terres argilo-sableuses, sur le plateau de Vivi, sur le plateau entre Guvi-Panda et Yellala, entre Yellala et le Mpacassa, vers le Sud-Est de Pama Ngulu, près d'Issanghila, etc. Près des cataractes d'Yellala, il a observé de grandes masses de cailloux roulés de quartz cimentés par du minerai de fer et recouverts par un limon sableux rougeâtre (1).

Ces divers cas doivent bien avoir la signification que leur attribue M. *Dupont* ; ils correspondent à des altitudes très modérées au-dessus du niveau actuel du Congo. Mais pour ce qui concerne les cailloux roulés de Banza Kulu (cote 350), mes observations sur les terrains anciens font passer par ces parages une zone de poudingue devonien à ciment argileux abondant, et l'on pourrait bien être là en présence, comme en beaucoup d'autres endroits, des éléments du poudingue remanié par le ruissellement superficiel.

Sur le plateau du Kionzo, sur la rive droite du fleuve en face de Matadi, une fosse préparée pour l'inhumation d'un chef indigène m'a montré, dans un bois, en 1893, environ trois mètres d'une terre argilo-sableuse rouge brun, devenant gris verdâtre vers le bas et reposant sans intermédiaire sur des roches amphiboliques altérées. Une veine de quartz, presque horizontale, se voyait près de la surface du sol. Ce point se trouve à 220 mètres au-dessus du fleuve et à 2 kilomètres de la rive. On n'observe donc en cet endroit aucun caillou roulé parmi la couverture meuble superficielle. Celle-ci paraît être exclusivement formée du produit d'altération sur place, le remaniement par le ruissellement pluvial étant nul dans les parties fortement boisées.

Sur les escarpements raides du voisinage de Vivi, jusqu'à une hauteur de 150 mètres au-dessus du Congo, on trouve un dépôt de ruis-

(1) Pechuel-Loesche a fait une observation analogue près des chutes d'Yellala : entre la Bundi et Pama Ugulu, il mentionne un ancien lit du Congo couvert de cailloux roulés et voisin du lit actuel ; la différence de niveau est de 50 à 60 mètres.

sellement jaune mêlé d'une quantité énorme de cailloux de quartz anguleux de toutes dimensions.

En résumé, les observations faites dans la zone cristalline montrent qu'il faut distinguer parmi les dépôts superficiels :

1° Le produit de l'altération *in situ* de la partie superficielle des roches du sous-sol, présentant tous les stades intermédiaires entre la roche à peine décolorée par les influences météoriques et un produit terreux, sableux, argileux ou argilo-sableux, selon la nature de la roche-mère, diversement coloré, le plus souvent rouge, et caractérisé fréquemment par la présence de veines de quartz restées en place.

2° Des alluvions argilo-sableuses de cours d'eau, avec cailloux roulés vers la base. Ces alluvions peuvent être récentes et se trouver à un niveau voisin de celui du cours d'eau auquel elles doivent leur origine, ou être de formation ancienne et se trouver à une altitude dépassant de beaucoup le niveau des plus fortes crues. Ces alluvions anciennes ont presque toujours, dans les régions très accidentées, été fortement remaniées par le ruissellement pluvial; souvent même on n'en trouve plus que des vestiges sous forme de quelques cailloux roulés, mêlés aux fragments anguleux poussés sur les pentes par le ruissellement.

3° Des nappes plus ou moins discontinues d'une terre sableuse ou argilo-sableuse jaune, rouge, rousse, brune ou grise, faisant souvent défaut sur les pentes très raides. On la rencontre surtout aux endroits à pente modérée; elle est souvent accumulée vers le bas des versants ou dans les creux, sur une épaisseur considérable. Elle accompagne ordinairement une couche ou des amas de cailloux anguleux de quartz, mêlés dans certains cas de quelques cailloux roulés dont nous connaissons déjà l'origine; sur les pentes raides, il arrive fréquemment que le cailloutis représente seul ce dépôt.

Je considère le dépôt de cette terre comme dû au ruissellement, facile à observer à chaque pluie un peu abondante, des eaux pluviales à la surface du sol. Les eaux ruisselantes, outre qu'elles dégradent elles-mêmes directement les affleurements des roches, remanient énergiquement le produit de leur altération lente. Cette terre superficielle de ruissellement et les cailloux anguleux qui l'accompagnent, représentent le stade intermédiaire entre les produits de la dégradation chimique et mécanique du sous-sol, et les alluvions que les cours d'eau charrient et déposeront tôt ou tard. Chaque pluie copieuse en apporte à ceux-ci un tribut abondant.

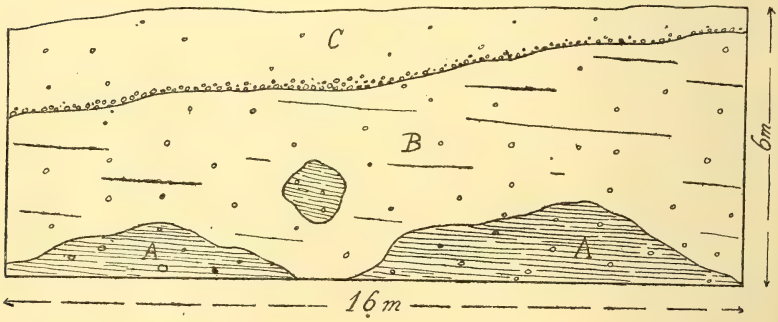
FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA ZONE DEVONIENNE.

Observations faites le long de la ligne du chemin de fer.

Lors de ma dernière visite, les terrassements pour l'établissement de la plateforme du chemin de fer étaient en voie d'exécution au voisinage du Col de Zolé (kilomètre 135). Je me suis trouvé en présence de coupes fraîches de toute beauté qui m'ont permis de me rendre compte d'une façon complète de la nature et de la disposition relative des parties superficielles du sol. C'est pourquoi je commencerai ce chapitre en décrivant les tranchées du Col de Zolé pour revenir en arrière le long de la voie ferrée jusqu'à la limite occidentale de la zone devonienne. Je donnerai ensuite mes observations faites à partir du Col de Zolé dans le voisinage du tracé de la ligne, dans la direction de l'Inkissi, et finirai par l'exposé des constatations faites le long de la route des caravanes entre la gare de la Lufu et Lukungu.

A l'emplacement exact du Col de Zolé, de grandes tranchées sont creusées dans le poudingue devonien complétement altéré, décalcarisé, transformé en une terre meuble sableuse, très poreuse, de teinte rougeâtre et rose clair, laissant voir encore quelques traces de stratification et les galets, assez clairsemés, restés intacts dans leur position primitive. Ces galets sont surtout formés d'un quartzite rougeâtre pointillé de feldspath. La partie altérée se montre souvent sur toute la hauteur de la coupe, profonde de six mètres. Par places, des parties non altérées de poudingue arrivent au-dessus du plan de la plateforme; ailleurs on voit des blocs intacts, inclus dans le produit d'alté-

Fig. 5. — *Portion de la grande tranchée du Col de Zolé.*



A — Poudingue intact.

B. — Poudingue décomposé sur place ou un produit sableux meuble conservant les galets en position primitive.

C. — Limon jaune de ruisellement avec galets du poudingue remaniés,

ration. On peut en général constater le passage graduel de la roche intacte au produit meuble ; le processus d'altération commence par la décoloration de la roche primitivement gris bleu et par sa décalcification (fig. 5).

Un peu en deçà du Col, d'autres tranchées montrent le poudingue transformé en un produit plus argileux, bigarré de rouge vif, de jaune, de brun.

Au-dessus du produit d'altération, caractérisé par ses galets restés en place, repose une couche d'épaisseur variable (atteignant deux mètres) d'une sorte de limon jaune ayant assez bien l'aspect de notre ergeron. A sa base, et reposant sur le poudingue altéré, on voit un cailloutis de galets identiques à ceux du poudingue. Des galets moins nombreux sont disséminés dans la masse du limon et d'autres se rencontrent en abondance à la surface du sol, dans la zone d'affleurement du poudingue, jusqu'à une altitude voisine de 500 mètres. Entraînés avec le limon par les eaux ruisselantes, on les retrouve sur les pentes en dehors de cette zone et jusque dans les petites vallées voisines, où ils sont mêlés aux alluvions actuelles.

J'insiste à dessein sur ces galets car on pourrait, si les tranchées ne venaient pas nous éclairer sur leur signification, les considérer, avec le limon qu'ils accompagnent, comme ayant été amenés par un ancien cours d'eau que l'on ferait ainsi passer au sommet des collines de Zolé.

Partout où, dorénavant, nous rencontrerons des cailloux roulés épars sur le sol ou empâtés dans les terres superficielles, nous devrons donc hésiter à les rapporter à un cours d'eau qui aurait autrefois déposé en cet endroit ses galets et ses alluvions.

Continuons à suivre la voie ferrée dans la direction de l'Ouest, c'est-à-dire en revenant vers Matadi.

La voie sort bientôt de la zone de poudingue et descend en lacets vers les villages de Zolé. De nombreuses tranchées montrent des calcschistes, primitivement gris bleu foncé, décomposés sur place en argile, tout en conservant nettement leur stratification horizontale ou ondulée. La roche perd d'abord son calcaire et prend une teinte rouge pourpre ou gris rougeâtre, puis elle passe à une argile brun clair parfois bigarrée de rouge (Voir fig. 6, p. 72).

Le passage des calcschistes à l'argile est graduel, les lits moins calcareux étant d'abord transformés. mais la limite de la partie décolorée est nettement tranchée.

Au sein des calcschistes se rencontrent de gros noyaux de calcaire argileux compacte, assez dur, de couleur bleue ; ces noyaux persistent, décalcifiés à l'extérieur, dans l'argile d'altération.

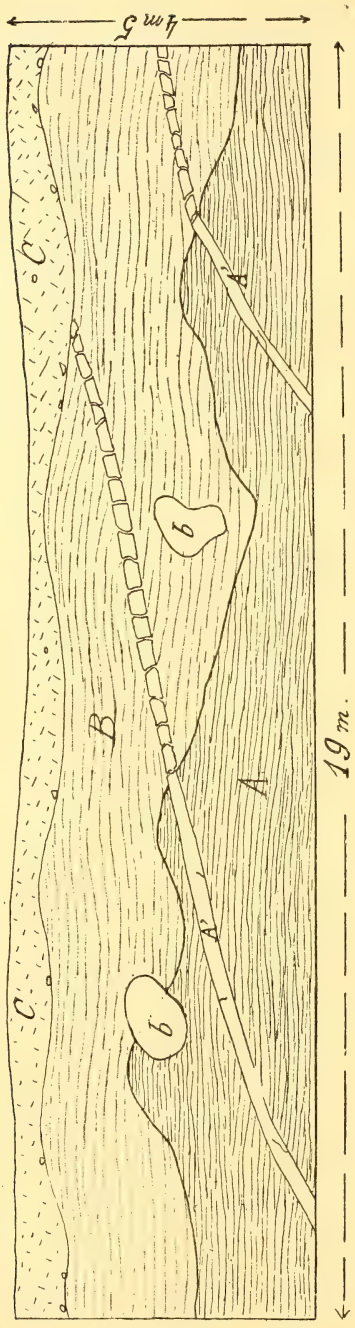


Fig. 6. — *Portion d'une tranchée dans les rampes du Col de Zolé.*

A. — Calcschistes gris bleu, inaltérés.
b. — Noyaux de calcaire argileux.
B. — Argile d'altération.
C. — Limon de ruissellement avec fragments anguleux de quartz et grenaille limoniteuse.
A'. — Veines de quartz traversant les couches de calcschistes et restées en place, en fragments discontinus, dans l'argile d'altération.

A proximité de la voie, dans les lits de quelques ruisseaux ou torrents, on voit affleurer des couches de calcschistes, se présentant à l'état tout à fait intact. Ce fait est dû évidemment à ce que les parties superficielles décalcifiées sont au fur et à mesure enlevées par l'eau.

Sur les collines voisines se trouvent des affleurements et de gros blocs épars de calcaires gris ou blancs ou de véritables marbres, blanc grisâtre, gris, roses, etc., offrant la roche absolument intacte à la surface ; mais cette surface, arrondie ou cariée, montre la trace de l'action corrosive des eaux météoriques.

En plusieurs endroits on voit dans les tranchées des veines de quartz blanc, souvent accompagné de calcite, épaisses de quelques décimètres, traverser dans différents sens les calcschistes intacts et passer dans l'argile d'altération qu'ils traversent jusqu'à sa surface supérieure, en perdant leur partie calcaire.

Sur l'argile provenant de l'altération des calschistes et caractérisée par ses restes de stratification et les veines de quartz en place, repose un manteau presque continu de limon jaune de ruissellement. On y voit, en grande quantité vers la base et disséminés en petit nombre sur toute la hauteur, des blocs et des cailloux anguleux de quartz, provenant des filons du sous-sol, mêlés à quelques galets de quartzite feldspathique provenant du poudingue du Col de Zolé, et que le ruissellement a fait glisser sur les pentes. Outre ces éléments, on trouve dans le limon, surtout vers la base, des quantités de petits cailloux ferrugineux bruns ayant en moyenne le volume d'une noisette ; leur surface est ordinairement formée de couches concrétionnées de limonite. Ces éléments ont pour origine de petits fragments de schistes décalcifiés entraînés par le ruissellement et ayant servi de centres d'attraction au concrétionnement de l'hydroxyde ferrique. Cette grenaille ferrugineuse forme souvent une partie importante du dépôt de ruissellement.

En approchant des villages de Zolé, on rencontre dans la vallée une série de tranchées ne montrant plus que le limon de ruissellement avec grenaille et cailloux divers, puis la voie recoupe un nouvel affleurement du poudingue devonien que l'on observe dans plusieurs tranchées. La roche intacte est gris bleu verdâtre, très calcaire ; le produit d'altération meuble qui la recouvre est gris sale, gris rougeâtre ou rouge pourpre, peu argileux. On trouve dans la roche intacte de gros galets de granit et des galets plus petits de quartz, quartzite, etc., qui subsistent en place dans la roche transformée, les galets de granit étant fortement altérés.

Plus loin, des tranchées montrent des schistes d'abord décolorés en

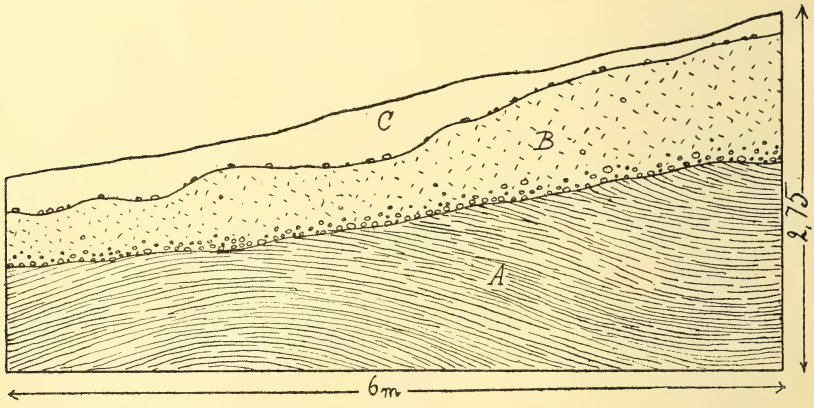
rouge pourpre, puis passant à une argile brun clair ou bigarrée de rouge et de brun. La stratification reste visible même dans les parties les plus complétement transformées.

Au-dessus du poudingue et des schistes altérés, s'étend partout le manteau de limon jaune avec grenaille limonitique et cailloux remaniés, surtout abondants vers la base. Les cailloux roulés remaniés (quartz, quartzite, granit) se voient aussi dans les alluvions argileuses de quelques ruisseaux marécageux.

Au delà des villages de Zolé, les tranchées ne montrent plus que le limon jaune avec grenaille de limonite et cailloux roulés, surtout de quartzite rouge feldspathique. Il s'y adjoint quelques blocs anguleux de grès dur provenant de bancs intercalés dans les schistes. On voit nettement dans les coupes la formation des nodules de limonite aux dépens de menus fragments de schiste entraînés par le ruissellement. En certains endroits, l'hydroxyde ferrique s'agglomère en blocs de limonite scoriacée empâtés dans le limon jaune.

On constate dans la plupart des coupes précédentes que, sur les pentes faibles, la partie supérieure du limon jaune est complétement dépourvue de cailloux ferrugineux et forme ainsi une couche semblant raviner la partie inférieure et épaisse de 0.10 à 1 mètre. (fig. 7.) Au contact des deux zones, il y a quelques cailloux roulés remaniés.

Fig. 7. — *Portion d'une tranchée près des villages de Zolé.*



A. — Schistes décomposés en argile brune.
B. — Limon de ruissellement avec grenaille limoniteuse et cailloux divers.
C. — Limon de ruissellement pur.

Cette partie superficielle, dépourvue de grenaille limoniteuse, semble devoir son origine à un ruissellement lent, s'effectuant entre

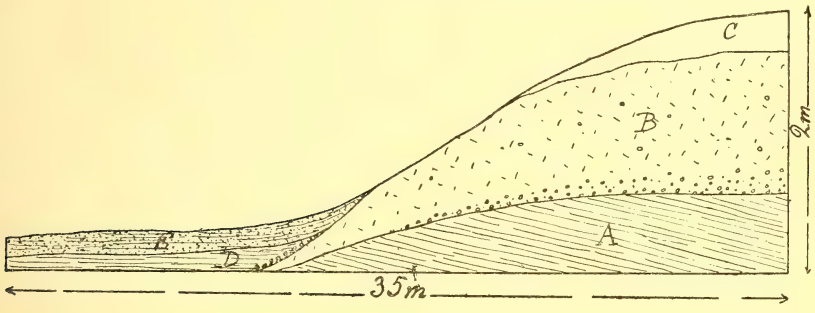
les herbes et entraînant sur les pentes les particules terreuses du limon. Il est probable que les *termites* interviennent aussi dans sa formation.

Ces insectes construisent dans le sol des nids prolongés au-dessus de la surface en un cylindre de terre terminé par une calotte sphérique ou garni d'appendices en forme de chapeau de champignon. Ces constructions sont faites en grande partie de particules argileuses (elles manquent dans les régions de sables purs) et quand les nids sont abandonnés, les pluies en étendent les matériaux sur le sol.

Les termites tendent donc à ramener à la surface les parties argileuses du limon. Leur rôle est loin d'être négligeable, car il n'est pas exceptionnel de compter une centaine de ces petites termitières cylindriques sur un hectare de terrain. En supposant que chacune ne pèse que 10 kilogrammes, on voit que ces animaux peuvent annuellement ramener sur cette surface une tonne de limon pur.

Près d'un affluent de la Sansikua, une coupe montre le limon jaune de ruissellement recouvert d'une couche d'alluvions argileuses grises avec cailloux remaniés à la base, surmontée elle-même de 0,50 m. d'alluvions noirâtres, chargées d'humus (fig. 8).

Fig. 8. — *Portion d'une tranchée près du kilomètre 125.*



A. — Schistes décomposés en argile brune.
B. — Limon de ruissellement avec grenaille limoniteuse et cailloux divers.
C. — Limon de ruissellement pur.
D. — Argile grise avec cailloux remaniés. } Alluvions récentes.
E. — Argile noirâtre chargée d'humus. }

Il serait fastidieux de décrire les tranchées que l'on rencontre entre le voisinage de Zolé et la gare de la Lufu. Jusque Songololo, elles sont d'ailleurs assez rares et peu profondes. Toutes montrent le limon de ruissellement jaune clair, jaune brun ou brun rougeâtre pétri de grenaille limoniteuse et renfermant beaucoup de blocs de limonite scoriacée. Là où le ruissellement superficiel ou l'érosion des cours

d'eau a enlevé la partie terreuse du dépôt, ces blocs, quelquefois énormes, se montrent à la surface du sol accumulés souvent en grand nombre.

Le limon renferme souvent des blocs anguleux de quartz de filon et de grès durs.

Çà et là, la présence de quelques galets de quartz, quartzite etc. indique la présence en sous-sol de zones du poudingue devonien. En plusieurs endroits, des blocs de grès durs se rencontrent à la surface du sol, dans les mêmes conditions que les blocs de limonite scoriacée.

On ne voit aucun autre indice des roches en place.

La voie traverse plusieurs cours d'eau à bords marécageux coulant sur des alluvions argileuses que les tranchées n'entament pas.

Au delà de Songololo se présentent une suite de tranchées entamant soit des schistes en grande partie décomposés en une argile rouge ou brune, recouverte d'un limon jaune brun ou rougeâtre avec cailloux limoniteux, soit ce limon seulement. Les blocs de roches siliceuses dures et de limonite scoriacée sont nombreux, inclus dans le limon ou épars sur le sol.

Dans beaucoup de ces tranchées, on voit la partie supérieure du limon dépourvue de grenaille.

En approchant de la Lufu, près de Sipèlo, la coupe des schistes décomposés en argile rougeâtre montre des lits en place de roches siliceuses dures souvent oolithiques, conservées tout à fait inaltérées.

Aux environs de la gare de la Lufu, sur la rive droite de la rivière, passent plusieurs zones de poudingue devonien ; le limon jaune qui couvre le sol au voisinage de ces zones renferme un grand nombre de cailloux roulés mêlés de quelques cailloux anguleux de quartz. Malgré le voisinage de la rivière, je ne vois aucun motif de considérer ce limon et ces cailloux roulés comme des alluvions anciennes de la Lufu. En effet, au point où l'ancienne route des caravanes traverse cette rivière, à environ 20 kilomètres en aval du pont du chemin de fer, elle coule dans un pays formé de schistes amphiboliques et en cet endroit les cailloux roulés font absolument défaut dans le limon qui couvre les flancs de la vallée.

Sur la rive gauche de la Lufu, les tranchées montrent des schistes très altérés, rouge pourpre, entièrement transformés, vers la partie supérieure, en une argile bigarrée de jaune brun et de rouge. Au-dessus repose le limon jaune de ruissellement, renfermant vers le bas une grande quantité de nodules limoniteux et un mélange de cailloux anguleux et de cailloux roulés de quartz. L'épaisseur de la partie supérieure du limon, dépourvue de cailloux, varie de quelques centi-

mètres à plusieurs mètres ; en certains endroits, elle fait défaut et les cailloux arrivent jusqu'à la surface du sol.

L'aspect des choses ne varie pas jusqu'à la limite de la zone cristalline, à proximité de la petite Bembizi.

Nous retournerons maintenant au Col de Zolé et, après avoir examiné les coupes que montraient lors de notre passage quelques tranchées commencées au delà du Col, nous nous avancerons vers l'Est, dans la direction du tracé de la voie, en décrivant ce que l'on voit *à la surface du sol* et en nous efforçant d'interpréter ces observations rudimentaires d'après ce que nous ont montré les tranchées entre le Col de Zolé et la petite Bembizi.

Observations faites le long du tracé du chemin de fer.

Au delà de la grande tranchée du Col de Zolé décrite plus haut, les travaux ont entamé le poudingue devonien intact, présentant en cet endroit un affleurement important ; la surface seule est altérée et présente en creux les empreints de nombreux galets calcaires disparus. Aux environs, le sol est couvert d'une quantité de cailloux roulés de quartz, quartzite, etc. provenant du poudingue.

La tranchée suivante montre le limon jaune de ruissellement empâtant de gros noyaux de calcaire argileux bleu, décalcarisés à l'extérieur en une zone épaisse grise et poreuse.

Au delà, une coupe montre des calcschistes horizontaux, intacts vers le bas, transformés plus haut en une argile brune dans laquelle passent des veines de quartz et calcite traversant obliquement les couches. Au-dessus vient le limon jaune avec gros blocs anguleux de quartz de filon ; ces blocs sont d'ailleurs abondants à la surface du sol.

Puis on voit des calcaires argileux décalcarisés vers le haut et surmontés du limon jaune avec blocs arrondis, altérés à l'extérieur, de la même roche.

Enfin, la dernière tranchée, commencée à l'époque de mon passage, montrait, sous le limon, des schistes peu inclinés décomposés sur place en argile brune.

A partir de ce point, mes études ont été privées du secours précieux des travaux de terrassement, qui m'avaient permis, depuis Matadi, de me rendre un compte si net de la composition du revêtement terreux de la région.

Du Col de Zolé, la caravane dont je faisais partie a suivi le tracé du chemin de fer jusque près du village de Kimpessé, puis prenant à

gauche, a côtoyé la Lukunga jusque Luvituku. Partant de Luvituku, nous avons rejoint le tracé de la voie à Banza Kuda et nousen sommes peu écartés jusqu'au delà de l'Inkissi, à la limite orientale de la zone devonienne.

Entre les dernières tranchées et le kilomètre 138 du tracé, la surface du sol est formée de limon jaune de ruissellement avec grenaille limoniteuse. Quelques galets de quartzite rouge feldspathique, analogues à ceux du poudingue du Col de Zolé se rencontrent çà et là à la surface et sont très abondants au kilomètre 138.

A partir de ce point, je donnerai mes observations étape par étape.

1re étape. — Du kilomètre 138 au Kuilu. — On voit le limon jaunâtre avec cailloux limoniteux, des blocs de limonite scoriacée à la surface du sol et quelques galets de quartzite rouge feldspathique.

On rencontre, sur la route, les *Roches de Bafu* : grands rochers de calcaire marmoréen gris blanc, se présentant au-dessus de la plaine en blocs énormes arrondis et corrodés par les actions atmosphériques. Vers le Sud et le Sud-Est, on aperçoit des collines rocheuses analogues.

Ces différentes masses de calcaires présentent une stratification presque horizontale ; elles représentent des vestiges, isolés par l'érosion, de bancs puissants autrefois continus et dont faisaient également partie les marbres du Col de Zolé.

Au point où nous l'avons franchi, le Kuilu coule sur des affleurements de calcschistes gris bleu inaltérés, en couches peu inclinées et il est bordé par des berges de limon alluvial, argilo-sableux, grisâtre, de 5 à 6 mètres de haut.

En aval, au point de passage de la route des caravanes, la rivière s'est creusée dans les calcschistes une gorge étroite, un véritable cañon que l'on pourrait presque franchir d'un bond.

2e étape. — Du Kuilu à Kimpessé. — Limon superficiel jaunâtre avec grenaille et blocs scoriacés de limonite souvent isolés à la surface. On rencontre aussi sur le sol des blocs de grès siliceux durs, des blocs anguleux de quartz de filon ainsi qu'une quantité de beaux cristaux isolés de quartz hyalin; on trouve en outre quelques galets pouvant être rapportés au poudingue devonien.

En approchant de Kimpessé on passe à proximité des *Roches de Lamba*, énormes blocs de calcaires auxquels les actions météoriques ont donné un aspect singulièrement déchiqueté (1).

(1) Aux environs de Kimpessé, on rencontre à la surface du sol, ordinairement sur les hauteurs, une quantité considérable de pierres taillées ; nous en avons récolté

3e étape. — De Kimpessé à Kitobola. — La route s'engage dans la vallée d'érosion de la Lukunga, limitée du côté de la rive droite par l'escarpement raide du Bangu. Le côté gauche est en pente relativement douce; on y voit des collines isolées montrant, du côté de la vallée, des rochers de calcaire gris blanc.

Le sol présente le même dépôt superficiel sur le flanc de la vallée; dans le fond, s'étend le limon alluvial de la Lukunga. On rencontre en abondance de gros blocs de grès siliceux durs, disséminés sur les collines, ou accumulés dans le lit des cours d'eau.

4e étape. — De Kitobola à Luvituku. — Le dépôt superficiel est toujours le limon jaunâtre de ruissellement. Un ravinement en entonnoir, le premier observé sur cet itinéraire, montre qu'il repose sur une terre rougeâtre, produit d'altération de roches schisteuses. Le limon est rempli de menus fragments de schiste, qui lui donnent souvent un aspect rougeâtre. Les blocs de grès siliceux sont nombreux et très volumineux.

On n'observe aucun affleurement de poudingue et le limon superficiel, même près du fond de la vallée, ne renferme aucun galet.

Le haut de l'escarpement du Bangu, que j'ai escaladé en face de la station de Luvituku, est formé de schistes argileux rouges très altérés, réduits en menus fragments sur la surface et passant à un produit de décomposition terreux, de teinte rouge violacée, fortement raviné et éboulé sur les pentes.

5e étape. — De Luvituku à Banza-Kuda. — Le dépôt superficiel est le limon jaune; par places, il est gris ou rouge; il renferme toujours la grenaille limoniteuse. Quelques entonnoirs le montrent en coupe, reposant sur un produit d'altération argileux rouge. On ne rencontre aucun caillou roulé.

On observe quelques affleurements nus de calcaire, notamment dans le lit des rivières Kiasi et Masa-Gongo. Les blocs de grès siliceux durs sont nombreux à la surface du sol.

plusieurs centaines entre le Kuilu et le village de Kimpessé. Ces instruments, affectant plusieurs des types connus en Europe, sont mêlés à des marteaux formés de galets arrondis portant des traces de percussion, à des blocs matrices, etc. Ils sont fabriqués aux dépens des bancs de roches siliceuses dures intercalées dans les schistes et les calcschistes devoniens. L'abondance de ces ustensiles dans un pays où se présente le calcaire en bancs épais n'est-elle pas de nature à faire supposer que les populations qui les ont fabriqués ont pu habiter des cavernes aujourd'hui disparues par suite de l'érosion ou simplement masquées par les dépôts superficiels ?

Les pierres taillées ne sont d'ailleurs pas rares dans le Congo inférieur et moyen ; nous en avons récolté depuis Matadi jusqu'au voisinage de l'Inkissi. Elles sont faites de grès, de quartzite, de silex, de quartz laiteux et même de quartz hyalin.

6e *étape*. — De Banza-Kuda à Kama. — Le sol continue à avoir la même composition; les blocs de grès durs sont abondants et parfois énormes; on trouve aussi des blocs de limonite scoriacée de texture assez compacte et des affleurements de calcaire.

Un profond ravin, près du village de Kama, montre des schistes entièrement décomposés sur place en une argile jaune compacte laissant encore voir la stratification horizontale.

Le pays traversé est fortement mamelonné; de nombreux ravinements en entonnoirs montrent bien l'origine de ce mode de relief, et en certains endroits, on distingue encore des collines de forme tabulaire que les ravinements attaquent énergiquement. Ceux-ci se présentent à tous les stades, depuis de simples rigoles creusées sur le versant des collines jusqu'à des gouffres profonds en entonnoirs. Un de ces entonnoirs a coupé récemment un sentier encore nettement tracé.

7e *étape*. — De Kama à Kiasi. — Pendant la première partie de l'étape, le sol reste le même que précédemment; puis la route s'élève fortement pour atteindre la crête de partage entre le bassin du Kuilu et celui de l'Inkissi. Les blocs de grès durs et les affleurements rocheux cessent de se montrer, le sol devient sableux, mobile et porte en abondance des fougères du genre *Pteris*. Le point culminant est atteint au Nsona-Ngungu (796 mètres).

Le sable gris, très mobile, couvre tout le haut plateau allongé sur lequel court la ligne de faîte.

En descendant le versant oriental, menant dans la vallée de la Lunzadi, on retrouve comme dépôt superficiel un limon sableux jaune roux et compacte dans la profondeur, gris et mobile à la surface; sur le sol sont répandus en abondance des blocs colossaux de roches siliceuses dures.

Le sol est très sableux aux environs du village de Kiasi.

Les *Pteris* caractérisent partout les terrains sableux mobiles.

Le changement brusque dans la nature du sol superficiel qui se manifeste à partir du Nsona-Ngungu correspond à l'apparition en sous-sol de l'assise inférieure (couches de la Mpioka) du système de grès feldspathiques, sous forme de lambeaux isolés par la dénudation et occupant les fortes altitudes.

8e *étape*. — De Kiasi à Tongololo. — Le sol est formé d'un dépôt jaune roux très sableux et mobile à la surface aux fortes altitudes. On rencontre beaucoup de blocs de roches siliceuses dures, souvent oolithiques.

9e *étape*. — De Tongololo à la Mission de Kisantu. — La nature du sol est identiquement la même jusqu'à la vallée de l'Inkissi où l'on

trouve, du côté de la rive gauche, une nappe d'alluvions argilo-sableuses grises.

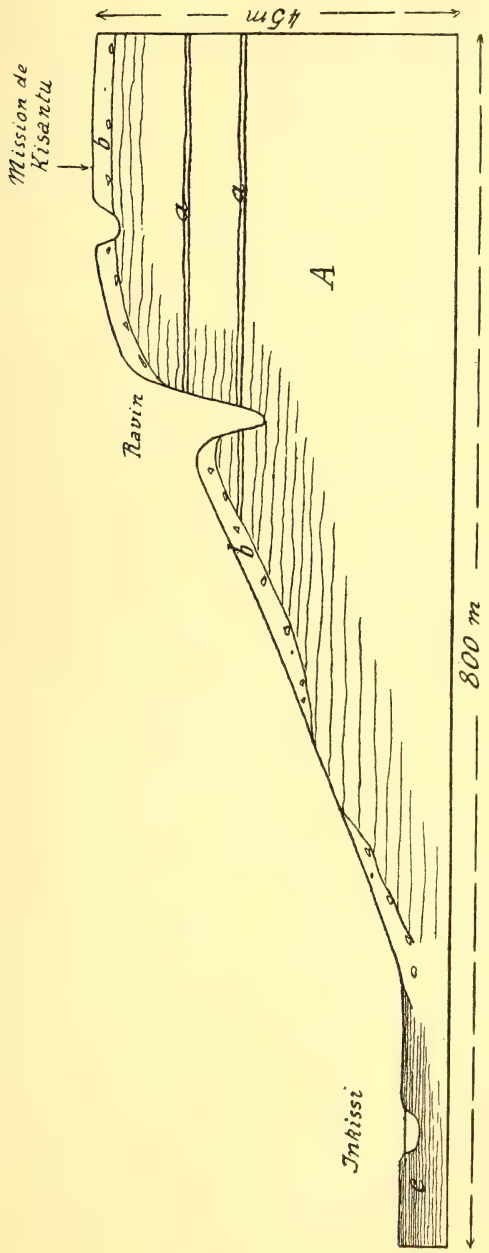


Fig. 9. — *Versant oriental de la vallée de l'Inkissi à Kisantu.*

A. — Schistes décomposés en argile.
a. — Bancs de roches siliceuses dures.
b. — Limon jaune sableux avec blocs de roches siliceuses dures.
c. — Alluvions de l'Inkissi.

Les collines qui bordent la vallée de l'Inkissi du côté oriental sont couvertes, à partir du niveau de la plaine alluviale, d'un épais dépôt de limon sableux jaune bien visible dans des excavations creusées à la mission; il renferme vers la base des blocs anguleux de roches siliceuses dures, oolithiques ou homogènes. Le sol superficiel est sableux, grisâtre, avec *Pteris* nombreuses. Sous le limon sableux jaune, on voit, dans un ravin voisin de la mission, des schistes horizontaux décomposés en une argile plastique gris jaune, où sont intercalés des bancs de roches siliceuses dures, identiques à celles que j'ai signalées précédemment à l'état de blocs épars sur le sol (fig. 9).

10e étape. — De la mission de Kisantu à Kinsambi. — Sur le versant de la vallée du ruisseau Nianga, non loin de la mission on voit, à quelques mètres au-dessus de l'eau, une argile brun jaunâtre, plastique, provenant de l'altération des schistes et recouverte du limon sableux jaune présentant à la base des blocs de limonite scoriacée, des blocs anguleux de roches siliceuses dures et quelques cailloux roulés.

Au delà, une série de marécages montrent que l'argile d'altération doit aussi exister en sous-sol. En dehors des vallées, le sol est formé de limon sableux jaune, gris et mobile à la surface.

Au delà de la rivière Nguvu, de grands ravinements en entonnoirs entament profondément le produit d'altération des grès rouges feldspathiques (Voir page 85).

Observations faites le long de la route des caravanes, de la gare de la Lufu à Lukungu.

1° *De la Lufu à la Lunionzo.* — Le sol présente généralement à la surface le limon jaune de ruissellement avec grenaille de cailloux limoniteux; on trouve aussi beaucoup de blocs de limonite scoriacée (notamment dans la plaine de Tomolokuti et un peu avant la Lunionzo), une grande quantité de blocs anguleux de quartz de filon et de nombreux blocs de roches siliceuses dures; ceux-ci sont surtout abondants dans la plaine de Tomolokuti.

Les roches du sous-sol affleurent fréquemment; ce sont entre autres des bancs de poudingue devonien à ciment schisteux et calcareux.

La roche en recoupe fréquemment des affleurements qui se présentent en rochers isolés ou en longues crêtes continues; jusqu'à la plaine de Tomolokuti, le sentier suit souvent ces affleurements continus sur de grandes distances. Au voisinage des zones de poudingue, le limon jaune de ruissellement renferme une énorme quantité de

galets remaniés que l'on trouve aussi en abondance à la surface du sol.

Des observations faites en 1891 entre Banza Manteka et Tomolokuti sur l'ancienne route des caravanes m'ont montré que le sol possède les mêmes caractères à partir de la limite de la zone cristalline.

2° *De la Lunionzo au Kuilu.* — Le dépôt jaune de ruissellement avec grenaille limoniteuse, si caractéristique de la zone devonienne, continue à se présenter sur cette section ; à la surface du sol, on trouve toujours des blocs anguleux de quartz de filon et des blocs de limonite scoriacée. La route recoupe fréquemment des zones de poudingue devonien; j'ai pu en observer huit affleurements entre la Lunionzo et le Kuilu. Les cailloux roulés du poudingue sont remaniés aux abords de ces zones dans le limon de ruissellement et répandus en abondance sur le sol ; les blocs de limonite scoriacée en sont souvent pétris.

Dans les observations de M. *Dupont*, on trouve mentionnés, sur le plateau qui suit la Luima « beaucoup de cailloux roulés cimentés par de l'oxyde de fer » et de la rivière Mpété au Kuilu « un long plateau déchiré, couvert de cailloux roulés cimentés par la limonite ou dispersés sur le sol », mais M. *Dupont* semble s'être mépris sur la signification de ces cailloux roulés.

Dans la vallée de la Luima, des bancs verticaux de calcaire cristallin affleurent sous forme d'alignements de rochers arrondis et corrodés par les eaux courantes et les pluies.

Près de Nsekelolo se montrent des affleurements et des blocs de grès calcareux durs, dont la surface, lavée par les eaux pluviales, présente la roche intacte sous une mince patine.

Sur les bords et dans le lit du Kuilu on voit des bancs de calcaire énergiquement corrodés par les eaux.

3° *Du Kuilu à la limite de la zone des grès feldspathiques.* — Au delà du Kuilu, un ravinement important montre des schistes rouges décomposés sur une épaisseur de vingt mètres à partir de la surface, en une matière argileuse blanche pulvérulente.

Le limon jaune est généralement très épais sur cette section, et renferme une énorme quantité de grenaille limoniteuse ; des ravinements en entonnoirs le montrent souvent reposant sur un produit d'altération rouge brique; la partie supérieure du limon est parfois dépourvue de grenaille ferrugineuse. Vers le Kuilu on ne voit guère de blocs de grès siliceux.

Depuis le Kuilu, les couches devoniennes du sous-sol présentent une allure beaucoup moins accidentée; les plissements se réduisent

en larges ondulations; on ne voit plus affleurer le poudingue qu'en deux endroits et ce n'est qu'en ces deux points que l'on observe des cailloux roulés dans le limon jaune de ruissellement.

Les fragments anguleux de quartz de filon et les blocs de limonite scoriacée continuent à être fréquents. Entre le Nsona Kibaka et Lukungu, la route passe à proximité de gros rochers de calcaire cristallin gris blanc et les blocs de grès siliceux réapparaissent en grand nombre; ils sont extrêmement abondants aux environs de la station de Lukungu, à la surface du sol ou enfouis dans la terre jaune à grenaille limoniteuse. On rencontre aux environs de la station quelques blocs de poudingue devonien et, dans le limon jaune, une certaine quantité de cailloux de quartz.

La rivière Lukunga est bordée d'alluvions argilo-sableuses. Au delà de la vallée, le terrain s'élève rapidement et l'on arrive bientôt à la limite des couches de la Mpioka, assise inférieure du groupe des grès rouges feldspathiques.

En résumé, nous avons observé dans les limites de la zone devonienne, outre les alluvions actuelles des cours d'eau :

1° Des produits de l'altération *in situ* des roches du sous-sol, que j'ai pu étudier surtout dans les tranchées du chemin de fer, entre la petite Bembizi et le Col de Zolé. Par suite de la nature des roches-mères, ces produits sont ordinairement argileux et donnent souvent lieu à un sol peu perméable. Dans la plupart des cas, ils conservent bien visible la stratification des roches dont ils dérivent, et l'on y voit souvent des veines de quartz restées en place; quand ils proviennent de l'altération de poudingues, les éléments roulés, plus ou moins altérés, s'y retrouvent dans leur position primitive.

2° Des couvertures de dépôts terreux provenant du remaniement par le ruissellement des eaux pluviales des éléments des roches altérées. Ces dépôts renferment généralement des fragments anguleux de quartz de filon et ils sont fréquemment accompagnés de cailloux roulés remaniés provenant du poudingue devonien.

Les produits du ruissellement superficiel dans le zone devonienne sont caractérisés par leur couleur jaune rappelant celle du *loess* et la présence d'une abondante grenaille de petits cailloux limoniteux ou de menus fragments de schistes argileux. Ils sont plus ou moins sableux selon les régions.

Les termites sont très abondants dans les districts occupés par ces dépôts et leur action tend sans cesse à ramener vers la surface les parties argileuses de la terre superficielle.

3° Mes observations n'ayant pas porté sur le voisinage immédiat du Congo (1), je n'ai pas eu à signaler de dépôts pouvant être rangés parmi les alluvions anciennes du fleuve.

Quant aux galets que l'on rencontre si nombreux dans le sol superficiel entre la Lufu et Lukungu, j'ai montré quelle est leur origine. Les amas de cailloux roulés signalés par M. *Dupont* à Banza Kulu, à la cote 350, c'est-à-dire à environ 240 mètres au-dessus du niveau du fleuve, doivent aussi provenir du poudingue devonien. Il existe cependant, sur les flancs mêmes de la vallée du Congo, des dépôts que l'on ne peut considérer que comme des alluvions anciennes; tels sont les épais dépôts de sables argileux accompagnés de galets déjà signalés par *Pechuel-Loesche* près de Kalubu, entre Manianga et Isanghila, à une faible altitude au-dessus du niveau actuel du fleuve.

Sur les versants des vallées des grandes rivières, telles que la Lufu, le Kuilu, l'Inkissi etc., les alluvions anciennes existent probablement, mais je n'ai pas eu l'occasion de les distinguer des dépôts de ruissellement.

FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA ZONE DES GRÈS.

(Couches de la Mpioka, couches de l'Inkissi, couches du Stanley-Pool.)

Observations le long du tracé du chemin de fer.

Je reprendrai ici, à partir de la limite entre la zone devonienne et la zone des grès horizontaux du centre du bassin, l'exposé des observations faites sur le sol superficiel entre le kilomètre 138 et le Stanley-Pool.

10e étape. — Jusque Kinsambi. — Comme nous l'avons déjà vu, dès qu'on a franchi la rivière Nguvu, de grands ravinements en entonnoirs montrent un limon sableux jaune roux, sans cailloux roulés, reposant sur les grès feldspathiques altérés en une masse rouge pourpre, laissant encore voir des traces de la stratification horizontale. Ce dépôt de ruissellement sableux forme partout le sol superficiel et passe à la surface à un sable mobile gris, où poussent en abondance les *Pteris*.

Au fond des vallées et dans le lit des cours d'eau qui suivent la Nguvu, on ne trouve plus en fait de roches dures que les grès rouges feldspathiques de l'Inkissi bien caractérisés.

(1) J'ai fait en 1893 le voyage en baleinière de Manianga à Isanghila, mais dans des circonstances qui ne m'ont permis de faire aucune observation sur les dépôts superficiels.

11e étape. — De Kinsambi à la Mission de Ndembo. — On voit partout le sable jaune roux, compacte dans la profondeur, gris et mobile à la surface ; des entonnoirs le montrent, recouvrant, sans intermédiaire de cailloux roulés, une terre rougeâtre provenant de l'altération des grès. On y voit quelquefois des bancs de limonite scoriacée.

Le pays est parcouru de ravins profonds, mais l'ensemble des surfaces supérieures des collines se trouve dans un même plan et constitue un vaste plateau activement attaqué par le ravinement sur les côtés des vallées. Vers la fin de l'étape, les vallées sont plus larges et moins profondes, et l'ensemble du pays forme un plateau assez fortement ondulé.

12e étape.— De la Mission de Ndembo à Kibongo.

13e étape. — De Kibongo à la Mission de Kimuenza. — Le dépôt superficiel ne varie pas ; il atteint une forte épaisseur et ne laisse voir les grès feldspathiques en place que dans le lit de quelques cours d'eau. L'épaisseur des sables superficiels ne permet pas de reconnaître la limite entre les grès rouges feldspathiques et les grès blancs du Pool. Le grès rouge se montre en place dans le lit de la Lukaïa, près de la Mission de Kimuenza, mais il est probable que les grès blancs forment la partie supérieure du plateau, depuis les environs de Ntampa.

14e étape. — De la Mission de Kimuenza à Kinchassa (Stanley-Pool). — Avant d'arriver dans la plaine du Stanley-Pool, on marche sur un sol formé de sable gris et mobile à la surface, roux et plus cohérent en profondeur.

Des pentes assez rapides mènent du plateau à la plaine alluviale qui borde le Pool, plus basse d'environ 180 mètres. Cette plaine est occupée par un sable gris clair. On trouve dans le lit des ruisseaux qui la traversent des blocs et des bancs en place des roches siliceuses dures faisant partie du système des grès blancs du Stanley-Pool.

Observations faites sur la route des caravanes de Lukungu à Léopoldville.

1° *De Lukungu à Kendolo, par le poste de la Mpioka et par Manianga.* — A l'Est de la vallée de la Lukunga, le terrain s'élève rapidement et l'on arrive, par deux énormes gradins, au plateau formé des grès rouges feldspathiques de l'Inkissi. Le premier gradin, qui mène de la vallée de la Lukunga à celle de la Mpioka, est constitué par l'assise inférieure (couches de la Mpioka) du système des grès feldspathiques. Cette assise est constituée par des alternances de bancs de grès souvent argileux et quelquefois calcarifères, pointillés de felds-

path altéré, de teinte foncée, toujours à grain très fin et de schistes argileux rouges, souvent micacés et passant au psammite. La prédominance de l'élément argileux dans les couches du sous-sol donne au dépôt superficiel qui recouvre la zone des couches de la Mpioka un aspect qui le rapproche beaucoup de ce qu'on observe dans la zone devonienne.

Dans les limites de cette zone, dont la figure 1 (p. 45) montre l'extension en largeur, on observe à la surface un limon jaune, peu sableux, rempli de petits nodules limoniteux et de menus fragments de schiste; la limonite scoriacée n'y est pas rare et l'on y trouve des blocs de roches siliceuses dures, provenant, non plus du devonien, mais du système des grès blancs du Stanley-Pool, que l'érosion a fait disparaître à l'Ouest de l'Inkissi.

J'ai observé ces faits en 1895 sur la route de Lukungu à Kendolo, par le poste de la Mpioka, et en 1891, sur la route de Lukungu à Manianga et de Manianga à Kendolo.

L'assise supérieure (couches de l'Inkissi) du système des grès feldspathiques est constituée par des bancs épais de grès à gros grain, rougeâtre, renfermant une forte proportion de sable et peu d'argile, si ce n'est à l'état de grains de feldspath altéré, souvent très nombreux. La roche renferme une proportion variable de gravier et de cailloux roulés et certains bancs passent à un véritable poudingue.

Il en résulte que le produit d'altération des grès de l'Inkissi est sableux et souvent rempli de cailloux roulés ; le produit du ruissellement qui le recouvre est également sableux et renferme, dans beaucoup de cas, des cailloux roulés en lits discontinus ou disséminés dans la masse. C'est dans ces conditions que se présentent les dépôts superficiels au haut de la crête qui borde vers l'Est le bassin de la Mpioka, et atteint sur notre itinéraire l'altitude de 720 mètres (1).

Au voisinage de la limite entre les grès feldspathiques de l'Inkissi avec galets et les couches de la Mpioka, il arrive fréquemment que le ruissellement a fait glisser sur les pentes ces matériaux sableux et ces cailloux roulés, qui arrivent ainsi à former le sol superficiel dans des endroits où le sous-sol est formé par les couches de la Mpioka sans galets. C'est ce qui s'observe notamment dans un entonnoir creusé près

(1) Pechuel-Loesche ne s'est pas mépris sur la signification des cailloux roulés dans les dépôts superficiels de la zone des grès feldspathiques : « Zunächst können Gerölle im Laterit vorkommen wenn die selben dem Muttergestein eigentümlich sind, wie z. B. die nuss-bis faustgrossen Quarzgerölle des roten Sandtein der Gegend von Nsinga, am Luvibufluss (Edwin Arnold) und Pocock Basin sowie der Landschaft Mpakambendi. »

de l'étang de Kumbi, entre Manianga et Lutété, et déjà observé par M. *Dupont*. On y voit, au-dessus du produit d'altération *in situ* des schistes, psammites et grès feldspathiques sans galets de la Mpioka, plusieurs mètres de limon sableux jaunâtre, avec lits de cailloux roulés, provenant du remaniement des éléments des grès feldspathiques de l'Inkissi, que l'on observe en place à de plus fortes altitudes.

Sur les fortes pentes qui mènent de la vallée de la Lukunga à celle de la Mpioka, puis au plateau des grès feldspathiques de l'Inkissi, le ravinement dû aux eaux sauvages et le remaniement des dépôts superficiels par le ruissellement atteignent une énergie remarquable. Les entonnoirs sont nombreux et montrent généralement le produit d'altération *in situ*, à la base du dépôt de ruissellement.

Le dépôt de ruissellement provenant du remaniement du produit d'altération des couches de la Mpioka est donc caractérisé, comme dans la zone devonienne, par sa teinte jaune clair, sa forte proportion d'argile, la présence de menus fragments de schistes argileux et de nodules limoniteux, par la fréquence des blocs de limonite scoriacée et enfin par l'absence de cailloux roulés.

Dans la zone des grès feldspathiques de l'Inkissi avec galets, le produit de ruissellement est jaune roux ou jaune grisâtre, très sableux, dépourvu de nodules limoniteux et ne présente que peu de blocs de limonite scoriacée; par contre, les cailloux roulés y sont souvent abondants et sont de même nature que ceux qu'on observe dans la roche en place.

2° *De Kendolo à Léopoldville*. — Le dépôt qui forme la surface du sol est un sable plus ou moins argileux. Sur les pentes douces ou sur les parties horizontales, ce dépôt, débarrassé, par les pluies, de sa partie argileuse, se présente à la surface comme un sable grisâtre très mobile : dans la profondeur, il est de couleur jaune roux. Sur les flancs des ravins, le sol est formé d'un sable argileux gris brun ou jaune brun.

On trouve quelques cailloux roulés mêlés au sable superficiel, surtout au delà de la crête qui traverse la route entre Mfumu Bè et Mfumu Koko. La région qui s'étend entre cette crête (prolongement de celle qui passe par le village de Ntampa) et le Stanley-Pool, forme une zone d'une altitude moyenne de 350 mètres, c'est-à-dire peu supérieure à celle du fleuve et du Pool.

Entre la crête de Kendolo et l'Inkissi, on observe un assez grand nombre de ravinements en entonnoirs ; ils montrent uniformément le dépôt de ruissellement de sable argileux jaune roux ou jaune brun avec cailloux roulés remaniés reposant sur le produit d'altération des

grès feldspathiques de teinte rouge violacé et renfermant ordinairement un grand nombre de galets empâtés.

La limonite scoriacée ne fait pas absolument défaut dans les dépôts superficiels recouvrant les grès feldspathiques de l'Inkissi, mais elle est incomparablement plus rare que dans la zone des couches de la Npioka et dans la zone devonienne.

Entre la crête de Kendolo et le Stanley-Pool on rencontre en abondance, principalement sur les flancs et dans le fond des vallées, des blocs des grès siliceux durs subordonnés aux couches des grès-blancs du Stanley-Pool, qui se sont vraisemblablement étendues autrefois vers l'Ouest jusqu'au delà de la vallée de la Lukunga. L'érosion a fait en grande partie disparaître les parties friables de ces couches qui n'ont laissé comme vestiges de leur présence que ces gros blocs de roches dures.

STANLEY-POOL.

La partie du Pool qui précède les premières cataractes est bordée immédiatement par les collines qui se rapprochent pour constituer les flancs de la gorge qui s'étend de Léopoldville jusque près de Manianga.

Les dépôts d'alluvions actuelles sont réduits à peu de chose dans cette région rétrécie. Sur la rive gauche, entre Léopoldville et Kinchassa, on observe en place en plusieurs endroits les grès tendres du Haut Congo accompagnés de bancs de roches siliceuses dures. Entre la pointe Kallina et Kinchassa on voit reposer sur le grès tendre, à quelques mètres du niveau de l'eau, une terre sableuse jaunâtre analogue, quant à l'aspect, à celle qui couvre les collines des environs, mais ici elle renferme une petite quantité de cailloux roulés, surtout accumulées vers la base. Le même dépôt superficiel forme la rive droite, à Brazzaville ; on y a creusé le chemin en escalier qui monte de la rive à la station ; aux environs, sur le plateau peu élevé qui borde la rive par un escarpement assez raide on ne voit que cette terre sableuse jaunâtre.

Au Sud de Pool proprement dit, de Kinchassa jusqu'au delà de Kimpoko, s'étend jusqu'aux premières collines une vaste plaine basse très légèrement ondulée, à sol sableux, ayant, sur la route de Kinchassa à Kimuenza une largeur de 15 kilomètres. Près de Kimpoko, cette plaine se termine au bord du Pool par un escarpement vertical de 8 à 10 mètres de haut, présentant en coupe du sable gris blanc à stratification ondulée et entrecroisée. — Il faut voir dans ces dépôts d'anciennes alluvions déposés à l'époque où la nappe d'eau du Pool se

trouvait à un niveau plus élevé par suite de l'état moins avancé du creusement de la gorge de Léopoldville à Manianga. Aujourd'hui, à Kimpoko, le courant entame fortement ces anciens dépôts.

Du côté de la rive française, les collines sont beaucoup plus rapprochées ; un peu en amont de Brazzaville, on observe une plaine basse, sableuse, étroite, mais bientôt, les collines plongent directement dans l'eau par des escarpements raides *(Dover Cliffs)* montrant des grès blancs friables surmontés d'un dépôt superficiel jaune roux.

La partie centrale du Pool est occupée par une grande île basse (Bamu) allongée d'amont en aval ; cette île, en grande partie couverte de forêts, est formée d'alluvions sableuses et argileuses que le courant remanie continuellement à la périphérie, creusant en certains endroits, alluvionnant en d'autres et tendant à modifier sans cesse les contours.

La partie centrale de l'île est aujourd'hui à l'abri des plus hautes crues par suite de la même cause que celle qui a émergé la grande plaine sableuse de la rive gauche. On peut entrevoir l'époque où, par suite de l'approfondissement incessant du déversoir, le Stanley-Pool sera réduit à deux bras de fleuve séparés par une île allongée.

Il existe d'ailleurs, surtout vers les rives, une série d'îles basses à peine submergées par les plus hautes eaux ; d'autres ne sont que des bancs de sable dont le courant modifie sans cesse l'extension et l'emplacement (1).

Sur les rives du Pool, notamment sur la rive gauche, entre Léopoldville et Ndolo, on trouve, outre des bancs en place de roches siliceuses dures, un grand nombre de blocs analogues provenant non seulement de ces bancs inférieurs, mais encore de zones situées à diverses hauteurs dans l'assise des grès tendres du Haut-Congo, enlevés en grande partie par l'érosion. Les îlots rocheux que l'on voit près de Kinchassa sont formés d'accumulations de ces blocs et dans la partie rétrécie du Pool, le fond en est presque partout parsemé.

HAUT-CONGO.

Du Stanley-Pool au confluent du Kassaï, le Congo est bordé par les collines, sans intermédiaire de plaine alluviale ; la pente des collines

(1) M. Ponel, cité par Maurice Barrat *(Sur la Géologie du Congo français.* Annales des Mines. *Avril 1895, page 123)*, donne au Stanley-Pool, en quelques points, une profondeur de 900 (neuf cents) mètres. Il doit y avoir là un *lapsus calami.* Les steamers calant deux pieds ne naviguent dans le Pool qu'en sondant à la perche sans interruption, même dans le thalweg, et les échouements ne sont pas rares C'est peut-être 9.00 mètres qu'il faut lire, encore cette profondeur est-elle rarement atteinte dans le Pool proprement dit. Elle est beaucoup plus considérable dans la partie rétrécie, avant les chutes, mais je doute fort qu'elle y atteigne même 90 mètres.

est variable et généralement plus prononcée sur la rive droite, où se présentent quelques escarpements verticaux montrant les grès tendres en place.

La surface des collines est uniformément recouverte d'un dépôt sableux jaune roux ou rougeâtre. Sur la rive. au voisinage du niveau de l'eau, on trouve presque partout de gros blocs de roches siliceuses que l'on ne voit nulle part en place ; on les rencontre, éboulés sur les flancs des collines qui bordent le fleuve, jusqu'à des hauteurs dépassant 50 mètres, ce qui montre que ces roches dures ne proviennent pas des bancs situés à la base des grès tendres du Haut-Congo, mais qu'elles appartiennent à un niveau situé à une certaine hauteur dans l'assise.

Le fleuve alluvionne très peu dans la section comprise entre le confluent du Kassai et le Pool ; en certains endroits se forment des bandes étroites et peu étendues de dépôts de sable pur, parfois à très gros grain et accompagné de gravier, que des nappes argileuses viennent recouvrir aux plus fortes crues. Ces différents dépôts sont sans cesse remaniés par le courant.

Les collines qui bordent le Congo, déjà fortement surbaissées au confluent du Kassai, se dépriment encore en amont, tout en continuant à former au fleuve une bordure ininterrompue en pente douce.

En amont de Tchumbiri, le fleuve s'élargit considérablement, les îles alluviales et les bancs de sable apparaissent en grand nombre. Ce caractère s'accentue encore vers Bolobo et Lukoléla : les élévations des rives ne méritent plus le nom de collines ; ce ne sont plus que des berges élevées atteignant 10 ou 12 mètres. Tantôt, ces berges bordent directement le fleuve, tantôt elles en sont séparées par des nappes d'alluvions limoneuses ; l'ensemble du pays est absolument plat.

Des blocs de roches siliceuses dures se voient sur les rives et sur le versant des collines jusque près de Tchumbiri.

Les berges, en amont de cette localité, sont formées d'une terre sableuse brun rougeâtre, avec lits d'argile grise ou blanche. La limonite scoriacée existe en blocs ou en bancs dans la terre brun rouge et là où le courant ronge la rive, on en trouve de gros blocs sur le bord de l'eau. C'est ainsi que se présentent les bords du fleuve à Boloba, Lukoléla, Ngombe, Irébu etc.

A Equateurville, la berge, haute de 5 à 6 mètres, est formée d'une argile gris clair avec lits sableux.

Un peu en amont, à la station de Coquilhatville, le sol est constitue par des nappes de limon argilo-sableux gris, jaunâtre ou brun rouge, avec gros blocs de limonite scoriacée et entremêlées de lits d'une

argile gris clair, plus ou moins sableuse. La plaine formée par ces dépôts surpasse de 3 à 4 mètres le niveau des hautes eaux.

Ces nappes horizontales de dépôts argileux et argilo-sableux qui constituent les berges du fleuve en amont de Tchumbiri sont évidemment des alluvions anciennes analogues à celles qui bordent la rive méridionale du Pool. Sauf la teinte brune ou rouge des parties sableuses et la présence de la limonite scoriacée, elles ressemblent absolument aux alluvions que le fleuve dépose aujourd'hui sur les îles et sur les rives basses.

Quant au dépôt sableux jaune roux ou rougeâtre, qui couvre les collines voisines du fleuve entre Tchumbiri et le Stanley-Pool, comme à Brazzaville et à Kinchassa, on peut y voir, jusqu'à une certaine altitude, des alluvions remontant à une époque antérieure du creusement de la vallée, mais elles sont en tout cas fortement remaniées par le ruissellement pluvial et difficiles à distinguer des dépôts sableux exclusivement subaériens du haut pays. Je n'ai pas eu l'occasion de déterminer les limites de leur extension latéralement et en hauteur. Peut-être, le dépôt sableux avec fragments roulés des roches siliceuses dures du Haut-Congo, que l'on rencontre dans le voisinage du fleuve entre Léopoldville et Mfumu Koko, doit-il être rangé parmi les alluvions anciennes du fleuve, mais les sables qui forment le sol superficiel sur les hauteurs qui s'étendent au delà vers Mfumu Mbé, de même que sur les hauteurs de Kimuenza, ne dérivent que de l'altération des roches du sous-sol combinée au ruissellement pluvial.

Comme dans les territoires occupés par les terrains métamorphiques et par le devonien, nous avons observé dans la zone des grès feldspathiques (couches de la Mpioka et couches de l'Inkissi) et des grès tendres du Haut-Congo :

1° Des produits de l'altération sur place des roches du sous-sol, bien visibles dans un grand nombre de ravinements en entonnoir le long de la route de Lukungu à Léopoldville et dans le voisinage du tracé du chemin de fer. La terre meuble provenant de la désagrégation des grès feldspathiques de l'Inkissi renferme ordinairement un grand nombre de cailloux roulés.

L'altération des grès feldspathiques a pénétré très profondément dans les couches ; la roche intacte ne s'observe que dans la gorge du Congo et dans les vallées encaissées des affluents.

2° Des nappes de dépôts dûs au remaniement, par les eaux pluviales, des éléments des roches altérées. Sur le territoire occupé en profondeur par les couches de la Mpioka, formées en grande partie de

schistes argileux, le dépôt de ruissellement renferme une assez forte proportion d'argile et rappelle, par sa couleur jaune, le dépôt analogue si développé dans la zone devonienne ; de même que dans cette zone, le peu de perméabilité des parties superficielles du sol donne une grande importance aux dépôts de ruissellement dans la zone des couches de la Mpioka.

Dans la zone des grès feldspathiques de l'Inkissi, comme dans celle des grès tendres du Haut-Congo, la perméabilité du sol est généralement très grande ; il en resulte que le ruissellement superficiel y est moins actif et que l'importance des nappes de dépôts remaniés par les eaux sauvages est relativement peu considérable.

Dans la région des grès feldspathiques de l'Inkissi, les sables de ruissellement renferment souvent un grand nombre de cailloux roulés remaniés et simulent ainsi des dépôts alluviaux.

3° Outre les alluvions actuelles, on observe sur les bords du Stanley-Pool et du Haut-Congo en amont de Tchumbiri des plaines horizontales d'alluvions plus anciennes, présentant souvent vers les rives des escarpements ne dépassant guère une dizaine de mètres de hauteur et montrant la coupe de couches d'argiles et de sables. Ces dépôts datent d'une époque, relativement peu reculée, où le fleuve possédait un niveau plus elevé, par suite de l'état moins avancé du creusement du cañon qui règne du Pool à Manianga. A cette époque, le Stanley-Pool avait une etendue beaucoup plus considérable, surtout vers le Sud, et le Haut-Congo, en amont de Tchumbiri, devait former une immense expansion lacustre, se reliant probablement aux lacs Matumba et Léopold II et à une expansion lacustre analogue du Kassai. Ce qui reste de ces différentes expansions est encore aujourd'hui en voie de régression par suite de l'approfondissement, très rapide, de la gorge du fleuve en aval du Stanley-Pool.

Quant aux dépôts sableux jaune roux ou rougeâtres, qui couvrent les collines voisines du fleuve, les cailloux roulés qu'ils renferment près de Kinchassa tendent à les faire considérer comme des alluvions plus anciennes encore du fleuve en train de creuser sa vallée (1). Je ne possède aucune donnée certaine sur l'extension latérale de ces dépôts et

(1) Ces anciennes alluvions sableuses ont une grande importance dans les parties méridionales du bassin, sur les flancs des vallées creusées dans les grès tendres du Haut-Congo (Couches du Lubilache); on y trouve des lits épais de cailloux roulés. A Lusambo, notamment, j'ai pu observer des coupes très instructives. Voir la figure 8 de mon travail sur *les formations post-primaires du bassin du Congo.* — Sur les plateaux qui séparent les vallées, on ne trouve que les produits d'altération *in situ* plus ou moins remaniés par le ruissellement.

sur leur limite en hauteur, aux environs du Stanley-Pool et sur les rives du Congo en amont. En aval du Pool, ils me paraissent limités au voisinage immédiat du fleuve. C'est entre Léopoldville et Mfumu-Koko qu'ils ont l'extension la plus large.

Je ne me refuse pas à admettre que le Congo ait autrefois coulé sur la région, relativement déprimée, qui s'étend dans le voisinage du fleuve, de la crête de Mfumu-Koko au Pool, mais je ne puis croire qu'il ait jadis promené ses eaux et déposé ses sables et ses galets sur le plateau qui s'étend de la crête de Mfumu-Koko à celle de Kendolo. Les cailloux roulés que l'on trouve dans la zone de 350 mètres voisine du Pool comprennent un grand nombre de fragments des grès siliceux durs subordonnés aux grès blancs du Haut-Congo ; ils paraissent donc avoir été amenés par le fleuve lui-même. Quant aux galets que l'on rencontre plus à l'Ouest jusqu'aux hauteurs de Kendolo, ce sont des fragments de quartz, de quartzite noir, etc., analogues à ceux que l'on trouve empâtés dans les grès feldspathiques sous-jacents ; de plus, ils sont généralement du volume de ces derniers ; la plupart ont le volume d'une noisette ou d'une noix ; ceux de la grosseur du poing sont rares.

De la crête qui borne à l'Est le bassin de la Mpioka jusqu'au bord de la zone déprimée voisine du Stanley-Pool, le pays forme dans l'ensemble un vaste plateau assez régulier, qui n'est séparé d'un plateau identique que l'on aperçoit au Nord, dans le Congo français, que par la gorge étroite et profonde, délimitée par des parois raides, au fond de laquelle le Congo, sorti du Pool, descend rapidement vers Manianga. Les affluents du fleuve le rejoignent en coulant dans des vallées étroites et profondes, qui, comme celle du Congo, sont de véritables gorges creusées dans le plateau.

On ne trouve pas, du moins au Sud, dans la région que j'ai visitée, les hauteurs qui auraient dû limiter la vallée du Congo à l'époque où le fleuve aurait coulé au niveau du plateau actuel. L'altitude générale de celui-ci ne croît que très lentement vers le Sud ; les vallées d'érosion des rivières le découpent en portions allongées perpendiculairement à la direction du fleuve, et il faut aller jusqu'à la limite des bassins méridionaux pour trouver une ligne de relief, très surbaissée, parallèle au cours du Congo.

C'est pourquoi je ne puis admettre que le Congo ait jadis coulé sur le plateau où passe la route des caravanes de Lutété, à la crête de Mfumu-Koko ; quant aux cailloux roulés que l'on trouve dans les dépôts sableux de cette région, leur présence est expliquée par l'existence de véritables bancs de poudingue dans le sous-sol.

Pour ce qui concerne les alluvions anciennes du fleuve, on pourra les retrouver entre la surface du plateau et le niveau actuel du fleuve, là où les circonstances locales en auront permis le dépôt sur les flancs de la vallée en voie de creusement et la conservation en place jusqu'à nos jours. Tels sont les cas cités par M. *Dupont* près de Nsanda et près du Nsona-Nsundi, sur les flancs de la gorge du Congo. Si les importants amas de cailloux roulés qu'il signale en ces endroits s'étendaient à une certaine distance des rives du fleuve, on les retrouverait certainement sur les flancs des vallées encaissées des affluents (Inkissi, Lunzadi, etc.). Or il n'en est pas ainsi. Les *alluvions anciennes du Congo* avec amas de cailloux roulés, paraissent donc *être limitées à son voisinage immédiat.*

FORMATIONS SUPERFICIELLES DANS LA RÉGION COTIÈRE.

Le canal d'érosion du Congo se termine à hauteur de l'Ile des Princes ; en face de Boma, l'alluvionnement se fait déjà sur les îles, bien que les rives du fleuve restent encore élevées et rocheuses jusque la Roche Fétiche et les collines de Bembandek. En dessous de ces points, commence l'estuaire proprement dit.

Dans le voisinage du courant principal, la somme des alluvions déposées par le fleuve ne paraît pas s'accroître sensiblement ; les bancs de sable sont sans cesse remaniés et la quantité de matériaux que le courant enlève en certains endroits aux îles émergées compense les dépôts de sédiments en d'autres. Le long des chenaux latéraux à courant faible, il est possible que la quantité d'alluvions déposées sur les îles et sur la rive continentale aille en s'accroissant. En tout cas, la plus grande partie des matières en suspension que le Congo charrie devant Boma est entraînée à la mer (1).

Depuis les sondages exécutés en face de la côte en 1885-86 pour la pose d'un câble télégraphique, on sait que ces matières vont se déposer sur le fond de l'Océan, sous forme de deux grandes jetées sous-marines s'étendant vers le Nord-Ouest jusqu'à environ 480 kilomètres de l'embouchure. Ces jetées s'élèvent jusque 180 mètres du niveau de

(1) Ces matières consistent surtout en grains de sable, particules argileuses et paillettes de mica. D'après les estimations de *J. Chavanne*, l'eau du fleuve renferme à Boma, pendant la première quinzaine de juin, 2,3/10.000 de matière en suspension, ce qui correspond à un débit de 350 millions de mètres cubes d'alluvions par année. Ces mesures n'ont porté que sur l'eau de la surface ; en réalité la quantité de matière en suspension est beaucoup plus considérable. Il faut aussi noter qu'au mois de juin, le Congo est voisin de son débit minimum.

la mer, c'est-à-dire à 1640 mètres au-dessus du fond à l'intérieur comme en dehors du canal qu'elles délimitent. Il se forme là une passe qui, quoique encore immergée, présente beaucoup d'analogie avec celles du Mississipi.

Dans toute la région de l'estuaire, les rives du fleuve et les îles sont formées de sables plus ou moins argileux analogues à ceux que les hautes eaux déposent tous les ans. Actuellement, une notable portion de la surface des îles et de la plaine alluviale n'est submergée que lors des plus fortes crues et certaines parties ne le sont jamais. Il faut en conclure que le niveau du fleuve a baissé depuis la formation de la plaine alluviale voisine et de la grande masse des îles du bas fleuve, et qu'à une époque précédente, le fleuve, beaucoup plus large, coulait dans un vaste estuaire à un niveau supérieur à celui de la plaine alluviale et des îles actuelles. C'est pendant cette phase que le Congo a déposé les alluvions qui constituent la plaine qui le borde et les îles émergées de l'estuaire. Plus tard, le niveau s'est abaissé et le fleuve a creusé son lit dans ses anciens sédiments.

A une époque plus reculée, le Congo a coulé à un niveau de beaucoup supérieur encore et a déposé des alluvions qui constituent aujourd'hui les collines et le plateau qui bordent jusqu'à la mer la plaine alluviale récente.

Les observations faites par M. *Dupont* sur son itinéraire le long de la rive Nord fournissent des données intéressantes à cet égard. Sur la rive droite du ruisseau Passiconde, il signale, sur le bord de la plaine alluviale marécageuse, une colline de 20 à 30 mètres présentant à la surface un limon sableux rougeâtre et plus loin, sur le plateau supérieur à la plaine alluviale « de longues nappes de cailloux de quartz fort arrondis ». Au delà, et jusqu'a des altitudes de 100 mètres (Bukutulu), le sol est également formé de limon sableux. A environ treize kilomètres de la côte et à trois kilomètres du Congo, le plateau bordant la plaine alluviale atteint 110 mètres d'altitude, pour s'abaisser rapidement vers la côte et vers les rives du fleuve. Vers le sommet, M. *Dupont* a observé, dans un entonnnoir de 30 à 40 mètres de profondeur « au fond, du sable blanc bigarré de rose surmonté d'un amas de minerai de fer, souvent d'un mètre d'épaisseur et cimentant, par place, des cailloux fort arrondis de quartz qui, en d'autres places, sont libres ; enfin se présente un amas de 4 à 5 mètres de sable jaune, avec lits d'argile grise, qui termine la coupe. »

Au fond de la crique de Banane, près de Nemlao, M. *Dupont* signale à quelques mètres au-dessus du fleuve « des cailloux avec gravier cimentés par du minerai de fer et recouvrant de l'argile jaune

et blanche bigarrée »; en d'autres endroits les cailloux sont surmontés d'alluvions argilo-sableuses jusqu'à 15 à 20 mètres d'altitude. Près de cet endroit, M. *Dupont* a découvert, à 15 mètres au-dessus du Congo, dans les alluvions argilo-sableuses superficielles, un amas de coquilles de Galatées et de Fischeries. Au Nord de Banane, la plage est bordée d'une falaise de 15 à 20 mètres de hauteur; vers le bas, on y voit du sable jaune et rouge avec morceaux d'une argile blanche analogue à celle de Nemlao; au-dessus, vient un mètre et demi de cailloux et de gravier surmontés de dépôts alluviaux de sable jaune et d'argile en stratification irrégulière, épais de 10 mètres.

A Kabinda, à environ 60 kilomètres au Nord de Banane, la falaise, haute de 8 à 10 mètres, qui borde la plage est formée d'une argile gris clair, bigarrée de rouge, recouverte d'un dépôt sableux rouge brun, sans cailloux roulés, avec parties agglomérées par de la limonite. La mer attaque fortement la falaise, qui recule rapidement.

M. *Zboïnski* a recueilli dans la région voisine de l'embouchure du Congo, une série de coquilles que M. Dautzenberg a déterminées (1); la plupart sont des espèces franchement marines, quelques-unes vivent plutôt dans les estuaires. En tous cas, la liste ne renferme que des formes vivant encore aujourd'hui.

Ainsi que nous l'avons déjà vu précédemment, *Pechuel Loesche* a conclu de ses observations que la latérite qui occupe, au Sud et au Nord de l'embouchure du Congo, la région qui s'étend entre le littoral et les premières collines de terrains anciens, a été déposée sous les eaux marines aux dépens des matériaux apportés par le Congo, le Tchiloango, le Kuilu et les petits fleuves côtiers. Elle constitue ce qu'il appelle la latérite compacte en position secondaire. Cette latérite, dit le voyageur allemand, est manifestement stratifiée quoique ayant été en beaucoup d'endroits remaniée par les influences météoriques. Elle consiste en sables argileux ou en argiles sableuses rouges, brunes ou jaunes, offrant souvent, dans les coupes que présentent les vallées d'érosion, des bancs de gravier et de cailloux roulés. Elle est accompagnée de concrétions et de bancs limonitiques.

Pour nous restreindre à ce qui concerne le Congo, nous devons conclure des observations de *Pechuel Loesche* et de celles de MM. *Dupont*

(1) Ph. Dautzenberg. *Observations sur quelques coquilles fossiles recueillies au Congo par M. le commandant Zboïnski.* (Bulletin de la Société belge de Géologie, etc. Tome I, 1887.) La note de M. *Dautzenberg* porte que ces matériaux ont été recueillis dans un dépôt situé à 200 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. Il doit y avoir erreur. Il n'y a pas de collines de cette altitude voisines à la fois du Congo et de la mer. C'est probablement *20 mètres* qu'il faut lire.

et *Zoïnski* qu'il existe en aval de Boma, latéralement à la vallée alluviale du bas Congo, de vastes nappes de dépôts anciens, amenés par le fleuve et atteignant une altitude supérieure à cent mètres au-dessus du niveau actuel.

Depuis la formation de ces dépôts, la faune malacologique de la côte et de l'embouchure n'a pas subi de variation appréciable.

Depuis leur émersion, ils sont naturellement soumis aux influences météoriques, qui les ont fortement ravinés et remaniés. Du côté de la mer, ils se terminent en une falaise assez haute, que le flot attaque énergiquement et qui recule sans cesse. Après l'émersion des alluvions côtières, la terre ferme doit s'être étendue beaucoup plus loin vers l'océan que la ligne de côte actuelle. Aujourd'hui, elle est en train de rétrograder, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir un affaissement du sol pour expliquer le phénomène ; l'activité de l'érosion marine rongeant rapidement les escarpements qui bordent le littoral en donne la cause réelle.

CONCLUSIONS.

Facteurs de l'érosion continentale. — L'altération des roches en place et le *ruissellement* des eaux pluviales sont les principaux agents qui interviennent dans l'érosion des surfaces continentales et dans la formation des dépôts meubles superficiels. Il faut y joindre l'*action des eaux courantes*, qui enlèvent directement les particules des roches en place ou emmènent les matériaux que leur apporte le ruissellement. Ces éléments charriés par les eaux sont plus tard abandonnés sous forme d'alluvions fluviales ou bien, parvenant jusqu'à l'océan, vont se déposer en dehors des limites continentales.

Tels sont les trois facteurs qui, agissant depuis des époques différentes selon les régions, ont sculpté la surface du pays au point de lui donner son modelé actuel et continuent activement à en modifier l'aspect.

A. — Altération des roches en place. — Cette action est générale et énergique, sans cependant qu'on puisse dire qu'elle soit plus active que sous nos latitudes ; son intensité varie avec la composition et le mode d'agrégation physique des roches ; elle est influencée par la composition et la nature des dépôts meubles superficiels qui les recouvrent. Les roches riches en argile, les schistes du système de la Mpioka, les poudingues, schistes et calcschistes devoniens, certaines schistes métamorphiques de la série cristalline etc., sont très accessibles aux influences altérantes ; mais le produit final de leur transformation est souvent une argile peu perméable qui tend à les protéger contre l'action

ultérieure des eaux d'infiltration. Ainsi, l'on constate dans les tranchées du chemin de fer, que l'altération des roches schisteuses devoniennes est toujours limitée à quelques mètres en profondeur. Par contre, cette imperméabilité favorise le ruissellement superficiel qui tend à enlever le manteau d'argile meuble et à ramener la roche vierge sous l'influence des agents atmosphériques.

Le produit d'altération des grès feldspathiques de l'Inkissi et surtout des grès tendres du Haut-Congo, n'oppose aucune barrière à l'infiltration des eaux superficielles; aussi, en général, les bancs de grès sont-ils désagrégés, ou du moins décolorés, jusqu'à de très grandes profondeurs. Ces roches ne se montrent au jour qu'au fond des ravins des cours d'eau, là où les affleurements sont sans cesse lavés par l'eau courante; encore s'y présentent-elles rarement à l'état complétement intact.

Les roches siliceuses de la série métamorphique, les roches siliceuses dures dépendant du devonien et des grès du Haut-Congo, présentent une plus grande résistance grâce à leur mode d'agrégation physique. Certaines roches (granits, gneiss, micaschistes, roches amphiboliques, arkoses), se recouvrent, par suite de l'altération, d'un mélange en proportion variable d'argile et de particules siliceuses formant un manteau assez perméable ; aussi leur altération est-elle en général profonde.

Les calcaires purs sont les roches les plus accessibles à l'action des eaux météoriques et leur dissolution s'opère en ne laissant qu'un faible résidu, que le ruissellement enlève rapidement. Aussi ont-ils subi d'une façon particulièrement prononcée les effets de l'érosion atmosphérique. Des bancs épais de calcaire ont été enlevés sur de grands espaces, ne laissant comme vestiges que quelques témoins sous forme de rochers isolés faisant saillie sur le pays voisin. J'en ai cité plusieurs exemples.

B. — Action du ruissellement superficiel. — L'intensité du ruissellement superficiel est influencée par deux causes : le degré de perméabilité du sol et la présence ou l'absence d'un revêtement végétal, forestier ou herbacé. Elle est naturellement en rapport avec la pente du terrain.

Le ruissellement se fait avec une grande énergie dans les régions formées de roches argileuses ou du moins donnant à l'air un produit de décomposition argileux. C'est dans la zone devonienne, où le sous-sol est en grande partie constitué par des schistes, des calcschistes et des poudingues à pâte schisteuse, que nous avons vu les dépôts de ruissellement atteindre la plus grande importance. Dans cette zone et dans la région occupée par les couches de la Mpioka, le remaniement des terres superficielles par les eaux sauvages est souvent si rapide sur les

pentes prononcées que les herbes des savanes n'ont pas le temps de s'y établir ; aussi trouve-t-on souvent dans ces régions de grands espaces dénudés couverts de terre jaune.

Sur les flancs des vallées, le ruissellement atteint fréquemment assez d'énergie pour donner lieu au creusement de ravinements en entonnoirs. Mais, en général, l'influence du ruissellement dans la zone devonienne tend à donner aux élévations du sol des contours arrondis et, sauf là où l'action érosive des cours d'eau donne lieu à des ravins encaissés ou bien où existent des saillies de roches dures, le pays se présente comme formé par des mamelons déprimés, séparés par des vallées à pentes douces.

Dans la région occupée par les grès feldspathiques de l'Inkissi, et surtout dans le district si étendu des grès tendres du Haut-Congo, le ruissellement, grâce à la perméabilité du sol superficiel, est incomparablement moins actif que dans les districts schisteux, tout en étant cependant loin d'être négligeable. Les pluies modérées y ont peu d'action sur le sol superficiel, mais les fortes averses de la saison des pluies produisent un remaniement très notable, et c'est précisément dans les limites de la zone des grès de l'Inkissi que se produit dans tout son développement le creusement des ravinements en entonnoirs sur les versants à pente raide des vallées. Ce phénomène y est facilité par la grande épaisseur de la partie altérée des roches, et par la facilité que possède le produit d'altération à se maintenir en escarpements verticaux.

Dans les régions de grès horizontaux, les vallées d'érosion des cours d'eau, par suite de la moindre intensité du ruissellement sur les pentes et d'ailleurs à cause de la nature de la roche elle-même et de son produit d'altération, sont ordinairement fortement encaissées et, à moins qu'elles ne soient très voisines les unes des autres, les massifs qui les séparent sont terminés par des surfaces régulières formant dans l'ensemble un même plan continu. Mais le phénomène du ravinement en entonnoir peut intervenir et tendre à donner au pays un aspect mamelonné.

D'une façon générale, l'énergie du ruissellement est proportionnelle à la pente du terrain, mais il existe un maximum de déclivité pour lequel le dépôt des terres entraînées ne se fait plus et où la roche du sous-sol se présente à nu. C'est ce qui se présente dans un grand nombre de vallées encaissées, aussi bien sur les rives du Congo lui-même que sur celles de certains affluents.

Sur les terrains à inclinaison suffisante, non seulement le ruissellement charrie les particules terreuses du sol, de menus fragments de

histes et des nodules limoniteux, mais des fragments de roches, atteignant souvent un volume considérable, sont entraînés sur les pentes et vont constituer un cailloutis mêlé au limon de ruisellement.

Dans les régions occupées par les poudingues devoniens et dans la zone des grès feldspathiques de l'Inkissi, ce cailloutis est constitué en grande partie de galets remaniés provenant de la roche du sous-sol. Les terres de ruissellement avec cailloux roulés remaniés simulent des alluvions de cours d'eau, mais elles en diffèrent par la présence presque constante de cailloux anguleux mêlés aux éléments roulés et par l'irrégularité de la disposition des différentes parties du dépôt.

Sur les pentes très prononcées ou au bas des escarpements, les dépôts de ruissellement sont souvent réduits au seul cailloutis ou à des accumulations d'éboulis blocailleux.

L'action protectrice qu'exercent sur le sol la végétation forestière et même le revêtement herbeux des savanes se comprend aisément. Bien que le tapis végétal favorise dans une certaine mesure la décomposition sur place des roches, du moins il contrarie ou empêche le ravinement des parties superficielles par les eaux ruisselantes. La végétation tend donc à conserver au pays la forme de son relief.

Dès qu'un terrain vient à être débarrassé de son revêtement végétal, il entre immédiatement sous l'influence mécanique des agents atmosphériques. Si le sol est en pente, les pluies le ravinent énergiquement en y creusant de profonds sillons, ou bien entraînent vers le bas les nappes superficielles. C'est ce qui se passe souvent dans les établissements européens. En 1891, à Lusambo, les eaux tombant sur l'espèce de terrasse nouvellement déboisée où est établie la station, avaient creusé, par leur écoulement vers la rivière, un ravin profond qui menaçait de dévorer tout le terrain avoisinant. Le seul remède fut de régulariser l'écoulement des eaux et de remplir le ravin de menu branchage.

Les herbes des savanes garantissent aussi le sol de l'érosion par les eaux ruisselantes, mais seulement là où sa présence est constante et où la pente du terrain n'est pas trop considérable. Dans les régions à saison sèche prolongée, les herbes sont presque en totalité brûlées chaque année dès que leur état de dessiccation le permet. Il en résulte qu'aux premières pluies, avant que les jeunes pousses aient acquis une vigueur suffisante, le sol est livré à l'action des eaux sauvages. En beaucoup d'endroits, surtout dans les parties montagneuses des régions de schistes argileux, le ruissellement, comme je l'ai dit plus haut, est tellement énergique que les herbes n'ont pas le temps de s'établir sur le sol sans cesse remanié à la surface. On y voit des ver-

sants parcourus de rigoles profondes et présentant une série de petits cônes de déjection de terre jaune que la végétation ne recouvre jamais.

Il n'est pas douteux qu'une grande partie des territoires aujourd'hui occupés par des savanes formées exclusivement de hautes herbes ou d'herbes parsemées d'arbres rabougris ait été jadis plus ou moins complétement recouverte de forêts, que le défrichement a fait disparaître graduellement. M. Dupont a écrit sur ce sujet un chapitre d'un haut intérêt (1). J'adopte entièrement ses idées pour ce qui concerne le bas et le moyen Congo et j'ai eu l'occasion de les étendre aux parties méridionales du bassin. Sur la route de Pania Mutombo (Sankulu) à Gongo Lutété (Lomami) à la limite de la savane et de la grande forêt équatoriale, dans un pays très peuplé, on peut observer les progrès constants du défrichement par les indigènes. La limite de la zone forestière recule sans cesse vers le Nord à mesure que s'avancent la région cultivée et la savane abandonnée; elle laisse en arrière des lambeaux de forêt qui sont eux-mêmes activement attaqués à la périphérie. J'ai observé les mêmes faits dans la région des sources du Lubilache et du Luembé.

Dans les régions voisines de l'équateur, où les pluies ne subissent guère d'interruption prolongée, le sol, dès que l'influence de l'homme cesse d'agir, ne tarde pas à se reboiser de lui-même; mais dans les districts subissant une période de sécheresse accentuée, l'incendie annuel des herbes met obstacle à la régénération de la forêt et l'action du ruissellement sur le sol ne rencontre guère d'obstacles.

C'est ce qu'on observe notamment dans le bas et le moyen Congo. C'est au déboisement qu'est dû le rôle important que joue le ruissellement superficiel dans la zone cristalline et dans la zone devonienne. C'est encore le déboisement qui, dans la région des grès feldspathiques, a permis la formation des entonnoirs sur les flancs des vallées d'érosion des cours d'eau, dans un pays primitivement formé d'un plateau boisé parcouru de vallées étroites. Nous avons déjà vu que, grâce à l'humidité qui règne dans ces profonds ravins, la végétation forestière s'y établit rapidement et tend bientôt à mettre un terme à l'action des eaux sauvages. Le phénomène du ravinement en entonnoir, le ruissellement en nappe et le boisement des gorges transforment certaines parties de la région des grès en un pays formé de mamelons étroits séparés par des vallées encaissées fortement boisées.

Ce n'est pas seulement dans la zone des grès que les ravins tendent à se remplir d'une végétation forestière; le même fait s'observe dans

(1) *Lettres sur le Congo*, chap. XXI. Questions ethnographiques.

les autres régions, grâce à l'humidité relative qui règne sur les parois des gorges encaissées.

Un des premiers effets du ruissellement sur le sol des forêts défrichées est de faire disparaître en peu de temps la totalité de l'humus qui y était accumulée, en laissant une terre presque entièrement dépourvue de matières organiques. C'est ainsi que se présente presque partout le sol des savanes. Le charbon abandonné tous les ans par les incendies des hautes herbes est aussi rapidement enlevé par les premières pluies et laisse au sol superficiel la couleur qu'il possède dans la profondeur. L'humus et le charbon, charriés par les eaux ruisselantes, sont souvent menés directement aux cours d'eau. Ailleurs, surtout dans la zone devonienne, ils vont s'étendre en nappes sur le fond plat de certaines vallées larges et évasées et donnent au sol une grande fertilité. C'est la *terre noire* que M. Dupont a signalée en plusieurs endroits.

Dans les larges vallées alluviales, où persiste toute l'année une humidité suffisante pour empêcher l'incendie des herbes, les détritus végétaux s'accumulent sur le sol et donnent lieu à une formation d'humus sur place.

D'une façon générale le produit de l'altération sur place livré à l'action du ruissellement superficiel consiste essentiellement en particules siliceuses mélangées de plus ou moins d'argile ; ce sont des sables argileux ou des argiles sableuses. L'eau ruisselante opère une certaine lévigation parmi ces éléments ; les matières argileuses, plus ténues et plus légères, restent plus facilement en suspension, sont entraînées plus loin que les grains siliceux et parviennent aux cours d'eau beaucoup plus rapidement que ceux-ci. Il en résulte que, sous l'influence du ruissellement des eaux pluviales, les dépôts superficiels tendent sans cesse à devenir de plus en plus sableux. C'est ainsi que l'on remarque, dans la zone devonienne spécialement, que les dépôts de ruissellement contiennent beaucoup moins d'argile et sont plus perméables que les produits d'altération sur place dont ils dérivent. Le limon argileux entraîné par les eaux se dépose quelquefois dans des dépressions du sol sous forme de lits d'argile diversement colorée, quelquefois de teinte très claire, rappelant du kaolin. Le *pembé* employé par les indigènes comme couleur blanche a souvent cette origine.

J'ai signalé à plusieurs reprises dans les pages qui précèdent la présence à la surface du sol ou plus ou moins enfouis dans le dépôt de ruissellement, de blocs, quelquefois colossaux, de roches siliceuses dures ayant des aspects, souvent réunis dans un même bloc, de grès, de quartzite, de silex, de jaspe, de meulière, d'oolithe, etc. Les uns

proviennent de bancs intercalés dans les couches devoniennes; la position primitive des autres est au sein des grès tendres du Haut-Congo. Les couches dont ils faisaient partie étant en grande partie disparues sous l'influence de l'altération et du ruissellement pluvial, ces roches, restées intactes grâce à leur grande cohérence, se sont conservées en ne subissant guère qu'un déplacement vertical ou un glissement sur les pentes, et se retrouvent sur le sol ou parmi les dépôts de ruissellement, en blocs isolés ou accumulés en amas chaotiques.

Il existe de vastes territoires où, par suite de la faible pente du sol, de la rareté et du peu de volume des cours d'eau, l'érosion par les eaux courantes et l'alluvionnement sont réduits à une minime importance. Dans ces régions, l'altération sur place et le ruissellement superficiel sont les seuls agents tendant à modifier le sol, et l'on n'y trouve que des formations éluviales. Tels sont, par exemple, les hauts plateaux schisteux qui s'étendent aux confins des bassins du Congo et du Zambèse et que nous avons explorés en 1892. Les produits de l'altération sur place, remaniés par le ruissellement pluvial s'effectuant sur des surfaces peu inclinées, donnent lieu à la formation d'un sol très argileux. Cette circonstance, jointe à la lenteur du drainage par les cours d'eau, amène, à la saison des pluies, l'établissemert de grands marécages, temporaires ou permanents, à écoulement indécis pouvant souvent se faire indifféremment vers le Congo ou vers le Zambèse.

C. — Action des eaux courantes. — Des eaux pluviales ruisselant en nappe à la surface du sol et des eaux sauvages qui ravinent les flancs des collines aux véritables torrents possédant un lit bien défini et de là aux rivières constantes à cours torrentiel, on passe par des transitions insensibles.

La plupart des cours d'eau qui alimentent le Congo et le fleuve lui-même ont, au moins sur une partie de leur cours, un caractère nettement torrentiel, mais la région tourmentée des rivières n'est pas limitée à leur cours supérieur. La règle générale, dans tout le bassin, est que des sections torrentielles à érosion active alternent avec des sections tranquilles où la rivière alluvionne. Entre ces deux extrêmes, on observe des cas où il y a sur une certaine distance, équilibre entre l'érosion et l'alluvionnement.

Le Congo, comme fleuve se déversant dans l'océan, est de formation récente, sa vallée est encore en pleine voie de creusement. Tous ses affluents sont dans le même cas, et il n'est pour ainsi dire pas dans

tout le bassin de cours d'eau de quelque importance qui ne présente sur une partie de son cours des chutes ou des rapides.

De même que le Congo cherche à acquérir la pente régulière de son lit entre sa source et le niveau de l'océan, toutes les rivières du bassin tendent à établir la même pente régulière entre leur source et le lit du fleuve allant sans cesse s'approfondissant.

Ces considérations font comprendre quelle est l'activité de l'érosion par l'eau courante dans le bassin du Congo. Son intensité dans l'ensemble de la région a pour cause la forte altitude générale du pays au-dessus du niveau de la mer. Pour chaque région limitée elle est en rapport avec la hauteur des surfaces de réception des précipitations atmosphériques au-dessus du rameau hydrographique qui la draine.

Comme causes secondaires et locales influant sur l'activité de l'érosion dans une région donnée, il faut mettre en première ligne l'état boisé ou non boisé des surfaces, la perméabilité et la pente du terrain. En outre, la rapidité de l'érosion et la manière dont elle s'effectue dépendent de la nature et de la disposition des roches qui constituent le sol de la région.

Les eaux émanant de la plus grande partie du bassin se rassemblent, comme dans un grand réservoir, dans la section élargie du fleuve qui s'étend des Stanley-Falls jusqu'au Pool. Le Stanley-Pool se trouve à l'altitude de 300 mètres environ et à une distance de 480 kilomètres de la mer en suivant toutes les inflexions du fleuve, ce qui correspond à une pente moyenne de plus de 60 centimètres par kilomètre, mais la plus grande partie de la chute se fait en deux séries de rapides. Le fleuve descend du Pool vers le rivage de l'Océan par un chenal resserré, où l'érosion est extrêmement active. Elle atteint son maximum dans les deux régions où la pente générale du courant est la plus prononcée, c'est-à-dire entre Léopoldville et Manianga (1 mètre par kilomètre) et entre Isanghila et Vivi (96 centimètres par kilomètre). De Manianga à Isanghila, le courant, quoique encore très tourmenté, ne présente que des rapides franchissables sans difficulté ; la pente y est encore de plus de 20 centimètres par kilomètre. Sur la section du Pool à Vivi, les chutes les plus considérables sont dues aux rapides de Léopoldville (30 mètres) Kalulu (10 mètres), Nsangu-Lemba (10 mètres), Mpakambendi (10 mètres), Ngombi (8 mètres), Isanghila (10 mètres), et Yelala (20 mètres). De Vivi à Boma, le courant est encore d'une grande violence (pente = 15 centimètres par kilomètre) et même de Boma à la mer, c'est-à-dire dans la région de l'estuaire, la pente atteint

encore plus de 12 centimètres par kilomètre. Il importe de rappeler que le débit du fleuve dans le chenal du Pool à Boma est aux basses eaux de 40.000 à 52.000 mètres cubes par seconde ; ce chiffre est doublé aux eaux hautes. La vitesse du courant devant Matadi dépasse 4 mètres par seconde ; en amont, elle atteint des valeurs plus grandes encore.

Sur le cours supérieur du fleuve (1) on trouve un cas bien plus remarquable encore. Le Lualaba descend de la haute plaine de Kazembé dans le pays des Lubendés, en traversant par une brèche étroite le massif des monts Kigika Luélo. Le fleuve, dans ce couloir resserré et profond, présente une série presque ininterrompue de cataractes et de rapides et subit, sur une distance de 70 kilomètres à peine, l'énorme dénivellation de 450 mètres dans laquelle les trois premières chutes, (Nzilo, Mukaka et Kabulubulu) espacées sur moins de 30 kilomètres, interviennent pour les quatre cinquièmes. Si j'ajoute que la rivière possède en cet endroit un débit comparable à celui de la Meuse à Huy et que sa largeur se réduit en certains points à moins de 40 mètres, on pourra apprécier quel formidable agent d'érosion elle constitue.

Dans les régions où le Congo coule à un niveau de beaucoup inférieur à l'altitude générale du pays voisin, les affluents qui lui viennent de ces hauteurs présentent un caractère torrentiel analogue à celui du tronc principal. Ainsi, pour nous restreindre à la région que nous avons plus spécialement étudiée dans ce travail, voyons ce qui se passe dans le moyen et le bas Congo. La gorge où coule le fleuve entre le Pool et Boma est entaillée dans le grand plateau convexe qui sépare l'intérieur du bassin de la région maritime. Un certain nombre de rivières, nées sur ce plateau à des altitudes de plusieurs centaines de mètres au-dessus du niveau du Congo, se dirigent vers le fleuve en coulant dans des vallées qui tendent à s'encaisser de plus en plus sous le niveau général du pays, à mesure qu'elles s'approchent du confluent. Aussi, présentent-elles un cours tourmenté, entrecoupé de chutes et de rapides. Chacune d'elles travaille à régulariser la pente de son lit entre son lieu d'origine et le lit du Congo qui, lui-même, se creuse de plus en plus, plus rapidement même que celui de ses affluents que l'on voit souvent s'y jeter en hautes cascades. Les tributaires de ceux-ci effec-

(1) Je considère, pour diverses raisons, comme cours supérieur du Congo, le Lualaba occidental, celui qui passe aux lacs Kabélé, Upemba et Kassali, bien que le Lualaba oriental (Luapula) ait, d'après A. Delcommune, un débit notablement supérieur.

tuant le même travail, creusent de plus en plus le plateau et les moindres torrents qu'ils reçoivent rongent toujours plus profondément les flancs des vallées.

La formation de la gorge du Congo a donc eu pour conséquence de donner au pays voisin du fleuve un caractère parfois extraordinairement accidenté, et les progrès constants du creusement du chenal, abaissant sans cesse le niveau de base des affluents, tendent continuellement à accentuer ce caractère.

Dans les régions à sol peu perméable, l'intensité du ruissellement superficiel amène la formation d'un grand nombre de torrents et, de même, elle a pour conséquence la rapidité et le peu de durée des crues des rivières. Le tribut journalier versé par les pluies à la surface du sol provoque en un temps très court une hausse prononcée et rapide, mais de peu du durée, du niveau des rivières.

Quand la perméabilité du sol est considérable, les rivières reçoivent plus tardivement le tribut des pluies, leurs crues sont plus lentes et persistent plus longtemps.

L'érosion, on le comprend, atteint son maximum dans les rivières à crues fréquentes et rapides.

Ces causes amènent de grandes différences de régime entre les rivières des zones devonienne et métamorphique et celles dont le bassin est entièrement situé dans la région des grès. Pour certaines rivières qui, comme l'Inkissi, ont un bassin occupant deux régions différentes au point de vue de la perméabilité, le régime présente une combinaison des deux influences.

Le degré d'inclinaison des surfaces de réception des précipitations atmosphériques, conséquence elle-même de l'activité de l'érosion, influe à son tour dans une large mesure sur la rapidité et le volume des crues.

La présence d'un revêtement forestier et, jusqu'à un certain point, d'un tapis de végétation herbacée, tend à ralentir le ruissellement et par conséquent à modérer l'intensité des crues et l'activité de l'érosion fluviale. Les rivières ont un régime beaucoup plus régulier dans les pays de forêts que dans les régions déboisées. Dans celles-ci, l'érosion par l'eau courante, poussée à son maximum, amène la formation de nombreuses rigoles secondaires, qui compliquent les ramifications des vallées et donnent au pays un caractère plus accidenté que dans les districts boisés.

En résumé, la perméabilité du sol, conséquence de sa nature géologique, la régularité du relief et la présence de forêts tendent à modérer l'activité érosive des cours d'eau. L'imperméabilité des dépôts superfi-

ciels, le caractère accidenté du relief et l'absence de végétation forestière tendent au contraire à l'augmenter.

Ce sont là les causes actives qui influent sur l'activité de l'érosion par les cours d'eau. Mais celle-ci se fait avec une rapidité différente selon la résistance offerte par les masses rocheuses auxquelles elle s'attaque. De plus, la nature et la disposition des roches donnent aux effets de l'érosion des caractères différents.

Dans les régions occupées par les formations horizontales du centre du bassin, les efforts des eaux courantes rencontrent des résistances notablement différentes selon qu'il s'agit des grès tendres du haut Congo ou des grès feldspathiques durs de la Mpioka et de l'Inkissi, mais elle a pour effet général d'y tailler des vallées étroites à versants escarpés, constituant souvent de véritables falaises. Le peu d'influence du ruissellement superficiel dans les régions de grès, du moins quand le sol est boisé, favorise cette disposition. Telle est la gorge du Congo entre le Stanley-Pool et Manianga, véritable cañon délimité par des murailles dépassant souvent cent mètres de hauteur. Tels sont aussi le versant droit de la vallée de la Lukunga formant la falaise escarpée qui délimite le plateau du Bangu et celui de la vallée de la Mpioka, couronné par la haute crête de Kendolo. Autour du Stanley-Pool, on trouve des exemples de cette disposition dans les falaises qui s'élèvent entre Léopoldville et Kinchassa et dans les Dover Cliffs. La vallée du Congo, entre le Pool et le confluent du Kassai, présente des versants souvent en pente très raide et quelques escarpements perpendiculaires. Mais c'est le long du Sankulu-Lubilache et de certains de ses affluents que cette disposition se présente de la façon la plus typique. La rivière coule en décrivant des méandres encaissés dans un plateau de grès tendres horizontaux ; vers Lusambo et Pania Mutombo, le côté concave des méandres présente des falaises perpendiculaires atteignant d'un seul jet des hauteurs de 100 et 120 mètres. Au Katanga, la grande vallée d'érosion de la Lufila est délimitée, à hauteur de Bunkea, par deux falaises de grès rouges horizontaux dépassant de 300 mètres le niveau de la plaine alluviale.

Je pourrais beaucoup multiplier ces exemples, mais ceux que je viens de citer sont les plus caractéristiques.

Les calcaires purs et même les calcschistes peu inclinés présentent aussi la propriété de former des escarpements verticaux sous l'influence de l'érosion fluviale. On trouve de beaux exemples de falaises de calcaire sur les rives du Congo en amont d'Isanghila et dans l'escarpement qui délimite le plateau du Bangu vers la vallée de la Lukunga,

aux environs de Kimpessé. La rivière Kuilu, en aval du pont du chemin de fer, coule dans une gorge étroite à parois verticales creusée dans les calcschistes devoniens.

Les schistes argileux offrent une prise relativement facile à l'érosion ; leur altérabilité et l'influence du ruissellement donnent aux vallées des versants que l'activité de l'érosion fluviale peut quelquefois dresser en pente rapide, mais qui pourtant n'arrivent jamais à la verticalité. En général donc, dans les pays schisteux, les parois des vallées sont en pente douce, à moins que le creusement du lit des rivières ne soit extraordinairement actif. Les vallées de la Lufu, du Kuilu, du haut Inkissi donnent un exemple du cas normal ; on trouve aux chutes du haut Lualaba (Nzilo etc.), un exemple du second cas. Le Congo, à la traversée de la bande des schistes du système de la Mpioka et de la zone devonienne offre un cours relativement calme bordé de versants en général peu escarpés ; cette section sépare les deux séries de chutes importantes qui se présentent l'une à la traversée du plateau formé par les grès de l'Inkissi, l'autre dans le trajet du fleuve à travers le district métamorphique.

Les diverses roches stratifiées de la zone métamorphique offrent une résistance variable à l'érosion fluviale. Les gneiss, les micaschistes, les schistes amphiboliques, les phyllades se rapprochent beaucoup à ce point de vue des schistes argileux ; sur les rives du Congo et dans la partie inférieure des affluents, la rapidité de l'érosion donne aux versants constitués par ces roches une pente très accentuée.

Les roches siliceuses (quartzites métamorphiques, arkoses, etc.,) offrent une résistance considérable à l'érosion fluviale et provoquent en plusieurs endroits la formation de chutes et de rapides. Leur grande dureté a souvent pour conséquence de les dresser en escarpements raides sur les rives du fleuve et des cours d'eau affluents.

En général, dans les pays formés de couches inclinées, la direction des vallées d'érosion, par rapport à celle des couches, influe beaucoup sur la résistance rencontrée par l'action mécanique de l'eau courante, et sur la forme des versants façonnés par l'érosion. Nulle part cette influence n'est plus sensible que dans la zone métamorphique et particulièrement aux environs de Matadi.

Les veines de quartz sont abondantes dans les terrains primaires du Congo et spécialement dans la zone métamorphique. Elles y sont quelquefois si nombreuses et entrecroisées de telle façon qu'elles constituent dans les massifs des sortes de charpentes réticulées, qui ont naturellement pour effet d'accroître leur résistance à l'action mécanique de l'eau.

La région de l'Afrique tropicale que draine le Congo, peut être rangée parmi les plus favorisées du globe, au point de vue de la quantité des précipitations atmosphériques. Une grande partie du bassin reçoit de 630 à 1250 millimètres d'eau par an et il tombe sur les régions centrales de 1250 à 2550 millimètres.

Dans certaines régions, l'année est nettement divisée en une saison humide à pluies nombreuses et abondantes et une saison de sécheresse, plus ou moins absolue. Dans le voisinage de l'équateur, il n'y a que des périodes plus ou moins pluvieuses ; les deux saisons se différencient de plus en plus nettement à mesure qu'on s'éloigne de la ligne équinoxiale. Sous une même latitude, la durée de la saison sans pluie diminue en général de la côte vers l'intérieur.

Pour une station donnée, la quantité d'eau tombée varie beaucoup d'année en année. Ainsi, pendant la saison pluvieuse de 1889 à 1890, il est tombé à Banane 620 millimètres d'eau. tandis que la saison 1890-91 n'en a fourni que 382 (1). A Vivi, en 1880-81, il n'est tombé que 875 millimètres, et en 1882-83, von Danckelman y a observé un total de 1080 millimètres (2). Cette année 1882-83, fut d'ailleurs extraordinairement riche en pluies dans toute l'Afrique occidentale; ainsi, au Gabon, il tomba 3107 millimètres d'eau contre un total de 1469 seulement l'année précédente.

On observe aussi, en une même période, des résultats très différents selon les endroits, même à des distances peu considérables. Ainsi, dans cette même année 1882-83, il ne tomba à Ponta da Lenha, à 85 kilomètres à l'ouest de Vivi, que 738 millimètres d'eau.

En général, il semble résulter des chiffres connus que, pour une même latitude, la quantité d'eau tombée va en croissant de la côte vers l'intérieur.

Le mode de répartition de la pluie dans la durée d'une même saison varie avec les endroits, de même que pour une même station elle varie selon les années.

Dans la région du Bas-Congo, le nombre des jours de pluie est relativement limité ; en 1889-90, à Banane, il y a eu cinquante jours de pluie, en 1890-91, vingt-neuf seulement.

En général, la plus grande partie de la hauteur totale tombe dans une période très restreinte, et cette période ne se présente pas à une

(1) E. Étienne, *Le climat de Banane.* (Publications de l'État Indépendant du Congo, nº 7, 1892.)

(2) A. von Danckelman, *Mémoire sur les observations météorologiques faites à Vivi.* (Publications de l'Association internationale du Congo. 1884.)

époque constante En 1889-90, à Banane, les pluies du mois de novembre interviennent pour 200 millimètres dans un total de 620. En 1890-91, le maximum se présenta en avril : 240 millimètres sur 382.

Les observations de Banane et de Vivi montrent qu'une portion très importante du total est fournie par un nombre très limité de fortes averses. A Banane, en 1889-90, une averse de trois heures fournit une chute de 83 millimètres, et en 1890-91, une seule pluie d'orage donna en quarante-cinq minutes 30 millimètres d'eau. De même, à Vivi, on a constaté une chute de 101 millimètres en moins de trois heures. On voit donc qu'une seule averse peut fournir jusque près de 1/7 du total annuel.

On ne possède guère de documents sérieux pour ce qui concerne le centre du bassin, mais il semble que, dans l'intérieur, les jours de pluie sont plus nombreux et plus régulièrement répartis ; les écarts mensuels sont moins considérables. Ainsi, à Léopoldville, les trois mois les plus secs de l'année, juin, juillet et août, se passent rarement sans pluie et il pleut assez abondamment dans les mois de mai et de septembre. En outre, dans l'intérieur, on observe moins ces averses extraordinaires qui, dans le Bas-Congo, fournissent un contingent de 1/10 ou de 1/7 du total annuel.

La régularité des précipitations s'accentue naturellement à mesure qu'on s'avance vers l'équateur. A la station d'Equateurville, aucun mois ne se passe sans pluie ; le maximum mensuel de jours de pluie a été en 1892 de dix-neuf, et le minimum de six (Lemaire). A la station de Basoko, au confluent de l'Arruwimi, le Dr Kotz a observé en une année une quantité de 1446 millimètres d'eau tombée, répartie en quatre-vingt-onze jours de pluie ; le nombre des jours de pluie par mois n'a varié que de quatre à onze. En cet endroit, situé à un peu plus de 1°12' au Nord de l'équateur, les saisons sont à peine sensibles. Pendant ce qu'on appelle la « saison des pluies » il y est tombé par jour une moyenne de 4,3 millimètres d'eau, et pendant la saison dite sèche, 2,4 millimètres (1).

Les conséquences de ces faits au point de vue de l'érosion météorique et fluviale sont faciles à déduire. Alors que dans les régions équato-

(1) Les observations que l'on possède semblent montrer que, même dans les régions éloignées de l'équateur ou rapprochées de la côte, la présence des forêts exerce une influence régulatrice sur le régime des pluies. Dans les régions centrales et équatoriales, où les forêts sont particulièrement développées, cette influence s'ajoute à celle de la position géographique. Ailleurs, elle tend à atténuer les différences de saison.

riales l'action érosive de l'eau est ininterrompue et ne subit que des variations d'intensité peu considérables; dans les régions à saison sèche accentuée, elle est atténuée et peut même être suspendue pendant une série de mois; en l'absence des pluies, l'altération des roches en place est considérablement ralentie, l'action du ruissellement est suspendue, les cours d'eau tombent à un niveau très bas et un grand nombre se dessèchent complétement, surtout dans les régions schisteuses. Par contre, à la saison humide, l'altération superficielle reprend avec une grande activité, le ruissellement s'exerce avec énergie, grâce surtout à un certain nombre d'averses énormes qui caractérisent chaque saison; les cours d'eau subissent des crues considérables et répétées et l'érosion tend à regagner en intensité ce qu'elle a perdu en durée.

La valeur, le nombre et la durée des crues de chaque cours d'eau sont en relation avec le volume, le nombre et la fréquence des pluies dans le territoire qu'il draîne. Certaines rivières dont le bassin est entièrement situé dans le voisinage de l'équateur, comme l'Arruwimi, le Ruki, etc., ne présentent dans leur régime que des variations de faible amplitude. Ceux qui reçoivent les eaux d'une région située d'un même côté de l'équateur subissent des crues et des baisses très accentuées; telles sont les rivières des bassins de l'Ubanghi, du Kassai, du Lualaba; tels sont aussi les affluents que reçoit le Congo entre le Stanley-Pool et la mer.

Quant au fleuve lui même, la situation de son bassin, dont les deux tiers environ sont situés dans l'hémisphère Sud et l'autre tiers dans l'hémisphère Nord, tend à modérer l'amplitude des variations de niveau dans son cours inférieur. Pendant que la saison sèche régnant dans l'hémisphère Sud provoque une décroissance considérable dans le débit du Kassai et du Lualaba, le tribut des pluies tombées dans la partie Nord du bassin, apporté par l'Ubanghi, la Sanga, etc., contrebalance en partie la chute de niveau qui en résulterait pour le fleuve. Inversement, l'effet de la crue du Kassai et du Lualaba est modéré par la baisse de l'Ubanghi et de la Sanga.

Ces circonstances ont pour effet de restreindre les variations de niveau du fleuve, du confluent du Kassai à la mer, entre des limites peu écartées. Au Stanley-Pool, la différence entre les niveaux extrêmes est de 3 mètres; elle s'élève à 8 ou 10 mètres en certaines sections étroites de la région des cataractes, mais s'abaisse à 4 ou 5 mètres à Vivi, à 1,5 mètre ou 2,5 mètres à Boma et à 1 mètre seulement à Ponta da Lenha, dans la région de l'estuaire.

Le débit maximum du fleuve à Boma correspond à l'époque où règne la saison des pluies dans l'hémisphère Sud. Il n'est, d'après des calculs approximatifs, que de deux fois le débit minimum.

L'action mécanique des cours d'eau que le Congo reçoit dans la région des cataractes est réduite à une faible intensité et peut même être presque entièrement suspendue pendant les mois de la saison sèche. Le travail d'érosion dans le lit de ces affluents s'exerce donc d'une façon intermittente. Dans celui du Congo, au contraire, entre le Stanley-Pool et Boma, grâce au peu d'amplitude des variations de niveau, il s'exerce pendant toute l'année avec une énergie qui atteint un maximum pendant la saison des pluies, mais reste toujours considérable.

Il en résulte que le Congo, dans la région des cataractes, creuse son lit plus rapidement que ses affluents.

Ce phénomène est surtout frappant entre Leopoldville et Manianga.

Dans cette section, la gorge du Congo est beaucoup plus encaissée que les vallées latérales. La plupart des rivières que reçoit le fleuve à la traversée du plateau formé par les grès feldspathiques de l'Inkissi, présentent des chutes importantes dans leur cours inférieur, et plusieurs tombent d'un seul jet du haut des falaises escarpées qui constituent les parois du cañon. C'est ainsi que la rivière Luvubi (Edwin Arnold de Stanley), se précipite dans la gorge du fleuve par une cascade d'une centaine de mètres de hauteur.

L'état peu avancé du creusement du lit du Congo, ainsi que d'autres considérations que je ne puis développer ici, prouvent que le fleuve qui vient déverser à Banane les eaux d'une grande partie de l'Afrique centrale, est de formation récente.

Il fut un temps où ces eaux, ne trouvant pas d'écoulement vers la mer, alimentaient un grand lac occupant une grande partie du bassin. C'est dans ce lac que se sont déposées les puissantes assises du système des grès tendres du Haut-Congo (1). Ses limites s'étendaient jusqu'à une bordure formée par des massifs primaires, et en certains endroits par le système des couches de la Mpioka et de l'Inkissi. Il arriva un moment où, pour une cause que je ne rechercherai pas ici, le lac central envoya vers l'océan Atlantique un émissaire traversant sa bordure occidentale de terrains anciens et descendant vers la côte en emprun-

(1) A une époque antérieure, avait existé une autre nappe lacustre dont les sédiments sont représentés par les couches de la Mpioka et de l'Inkissi. Les deux périodes lacustres ont été séparées par une longue période d'érosion atmosphérique généralisée qui a amené sur de grands espaces la disparition complète des couches lacustres anciennes. La première période lacustre date des premiers temps de l'époque secondaire, l'autre est beaucoup plus récente. Voir mon travail sur les *Formations post-primaires du bassin du Congo.*

tant peut-être le lit d'un petit fleuve côtier. Cet émissaire approfondit rapidement son lit et, à mesure, le niveau du lac intérieur s'abaissait, laissant émergés à la périphérie, des espaces de plus en plus grands, qui rentraient immédiatement sous l'influence des agents atmosphériques et de l'érosion fluviale. Les affluents du lac, descendant des régions élevées du pourtour, se creusaient dans les sédiments lacustres émergés des vallées de plus en plus profondes, en même temps que se continuait le travail de l'érosion atmosphérique et fluviale dans les régions qui avaient formé la bordure du bassin de la nappe lacustre.

Les affluents jetaient dans le lac en voie de régression des alluvions qu'ils entamaient de nouveau à une phase plus avancée du processus d'évacuation. Telle est probablement la signification qu'il faut attribuer à une partie des dépôts sableux et argilo-sableux, souvent accompagnés de cailloux roulés, qui recouvrent presque partout les grès tendres du Haut-Congo.

A mesure du retrait des eaux du lac, se développaient donc des cours d'eau qui, s'embranchant les uns dans les autres, formèrent les grandes lignes de l'arbre hydrographique actuel du Congo.

Ces rivières se sont taillé dans les couches des grès tendres des vallées profondes arrivant souvent jusqu'à entamer le substratum ancien du fond du bassin. En certains endroits, vers la périphérie du lac primitif, la dénudation a fait disparaître totalement les grès tendres sur de grands espaces où l'on n'en retrouve plus que des vestiges sous forme de blocs disséminés de roches siliceuses dures.

Par suite de l'approfondissement incessant du déversoir, le lac se restreignait peu à peu dans des limites toujours plus étroites et finit par disparaître entièrement pendant que ses affluents, tout en allongeant leur cours vers l'aval, creusaient de plus en plus leur lit en tendant à se rapprocher d'un niveau de base qui s'abaissait sans cesse.

Le processus se continue de nos jours avec une grande activité.

Il est probable que l'évacuation des eaux du grand lac intérieur ne s'effectua pas d'une façon régulière et continue jusqu'à l'état actuel des choses. Elle dut subir des périodes d'interruption et de ralentissement par suite des inégalités de résistance rencontrées par le travail de creusement du déversoir.

Les alluvions peu anciennes constituant les grandes plaines basses et marécageuses qui bordent le Congo depuis les environs de Bolobo jusque vers le confluent du Lomami, de même que celles qui forment les plaines où coule Kassai aux environs du Wissmann-Pool, sont, comme je l'ai déjà dit, les sédiments déposés par le lac à l'une des dernières phases de sa régression ; les lacs Léopold II et Matumba en sont

des vestiges moins douteux encore. D'ailleurs, le Congo lui-même entre le Lomami et Bolobo, avec son énorme largeur, ses îles et ses bancs de sable, constitue encore en réalité une expansion lacustre, stade ultime du vaste lac qui avait occupé une grande partie du bassin.

L'histoire particulière des vallées secondaires du bassin présente des cas analogues. A une époque récente le Kassai traversait, en amont du « passage de Swinburne » une grande expansion lacustre dont il entame aujourd'hui les sédiments ; elle était due à la présence d'une barrière rocheuse dont ce passage présente encore des vestiges.

On peut en dire autant de l'Ubanghi, en amont des rapides de Zongo.

Dans la région Sud-Est du bassin du Congo, en dehors des limites de l'ancien lac des grès tendres, il existe des expansions lacustres encore importantes et d'autres à divers états de régression. Elles doivent leur formation à la présence de barrières résistantes rencontrées par les rivières. Les unes n'existent déjà plus, les autres sont en train de disparaître par suite de l'approfondissement du chenal que se creusent les cours d'eau à travers ces barrières.

Le Moëro est le type de ces lacs, de même que le Banguéulo, dont la partie méridionale (Bemba) est à sec pendant toute la saison sèche. Des expansions lacustres analogues ont existé jadis sur la Lufila en amont des chutes de Djuo et en amont des chutes du Kunii.

Les lagunes qui bordent le Lualaba, entre le confluent du Lubudi et celui du Luvoï, sont les restes, eux-mêmes en voie de disparition, d'un lac qui occupait la grande vallée séparant les Monts Bia des Monts Hakansson.

En amont des cataractes du Nzilo dont j'ai parlé précédemment, le Lualaba est bordé par d'immenses plaines basses de nature alluviale. Ce sont, à n'en pas douter, les alluvions d'une expansion lacustre de la rivière remontant à l'époque où était moins avancé le creusement de la gorge étroite par laquelle elle descend vers le plateau des Lubendé.

J'ai parlé à plusieurs reprises de la gorge étroite par laquelle le Congo descend du Stanley-Pool vers la mer. En réalité, cette gorge commence un peu en aval de Bolobo, vers Tchumbiri, au point où la vallée se resserre et où les collines de grès commencent à la border. De Tchumbiri à Boma, le fleuve coule dans une vallée d'érosion dont l'étroitesse n'est interrompue un instant que par l'expansion du Stanley-Pool. Cette vallée est comme une brèche coupant le grand plateau convexe qui sépare le centre du bassin de la région basse maritime. La hauteur du plateau, dans le voisinage du fleuve, atteint

son maximum à la crête de Kendolo ; en ce point le Congo est encaissé de plus de 500 mètres sous le niveau du pays voisin.

Il n'est pas nécessaire, pour expliquer comment le Congo a pu traverser ce qu'on appelle quelquefois la *chaîne côtière*, de faire intervenir la préexistence de fractures, dont l'étude du sol ne montre d'ailleurs nulle trace.

Les grès tendres du Haut-Congo se sont jadis étendus vers l'Ouest bien au delà du Pool ; on en rencontre des vestiges au moins jusqu'à la crête de Kendolo. Le lac où ils se sont déposés s'étendait jusque vers les massifs primaires occidentaux ; ses sédiments reposaient sur un fond formé des couches du système des grès feldspathiques qui aujourd'hui, par suite des dénudations, se terminent par un escarpement raide en face de la vallée de Mpioka (v. fig. 1). Lorsque le lac s'est créé un chemin vers la côte, son émissaire coulait à un niveau bien supérieur à celui qu'atteint aujourd'hui le plateau. Il se creusa graduellement un lit en forme de gorge étroite, entamant, outre les terrains anciens du pourtour du bassin, d'abord les grès tendres, sédiments du lac lui-même, puis les grès de l'Inkissi, les couches de la Mpioka et arrivant enfin, à l'intérieur de l'ancien bassin lacustre, jusqu'au substratum primaire du sol. En même temps, les agents dénudants abaissaient le niveau du plateau, en enlevant, entre autres, les grès feldspathiques à l'Ouest de la Mpioka et les grès tendres à l'Ouest du Pool, mais l'activité de l'érosion dans le lit du déversoir devenu le Congo l'encaissait de plus en plus sous le pays environnant. C'est dans cet état que se présentent aujourd'hui les choses. C'est donc bien le cas de dire ici que le fleuve est « plus ancien que le pays qu'il traverse ».

Jusqu'à quel point ce travail de creusement de la vallée inférieure du Congo a-t-il été accompagné d'un surélèvement général du pays, c'est ce que nous ne pouvons examiner ici. En tous cas, le soulèvement indiqué par les anciens dépôts d'estuaire de la région maritime est incomparablement inférieur à l'abaissement qu'a subi depuis son origine la vallée du Congo inférieur.

RECHERCHES DANS LES SABLES DIESTIENS

dits à « *Isocardia Cor* »

MIS A JOUR LORS DU CREUSEMENT DE L'ÉCLUSE DU BASSIN LEFÈVRE

EN 1894 ET 1895

PAR

Edouard Bernays

avocat

PLANCHE I

Dans la publication de M. Ernest Van den Broeck, intitulée : *Matériaux pour la connaissance des dépôts supérieurs pliocènes, rencontrés dans les derniers travaux de creusement des bassins Lefèvre et America* (28 mai 1889) (1), l'auteur a tracé, à la page 91 de son opuscule, un plan d'ensemble des dernières installations maritimes d'Anvers. Sur ce plan figure une écluse à construire, destinée à relier le bassin Lefèvre à l'Escaut.

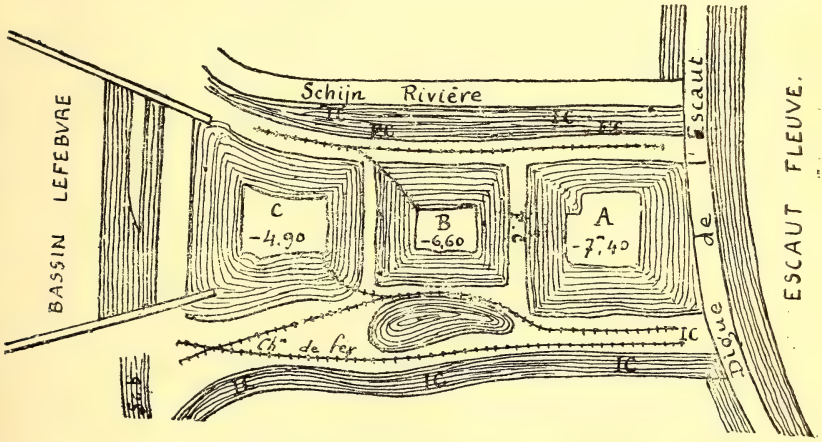


FIG. 1.

Plan d'ensemble des fouilles et travaux de l'Écluse Lefèvre.

(1) *Bull. Soc. belge de Géologie*, tome VI, 1892, Mémoire, pp. 86-149.

La construction de cette écluse, dont les fouilles et travaux préliminaires sont indiqués par le plan d'ensemble de la fig. 1 ci-dessus, commença le 21 juin 1893 ; elle se continua jusqu'au 22 février 1894 ; à cette date, l'eau du bassin Lefèvre fit irruption dans les travaux des fouilles, détruisit une partie du batardeau qui séparait le bassin et les travaux, se répandit sous un second batardeau qui séparait la première et la seconde fouille, l'ébrécha, et noya tous les travaux et engins qui s'y trouvaient ; quant à la troisième fouille, elle ne tarda pas à se remplir d'eau également.

Un procès s'éleva aussitôt entre la ville et l'entrepreneur, et, en attendant l'issue de celui-ci, les travaux furent abandonnés et laissés dans le *statu quo* le plus absolu, de février 1894 à novembre 1895.

Lors de l'irruption des eaux, les opérations étaient déjà assez avancées : on avait extrait des fouilles de grandes quantités de matériaux, que des wagonnets à renversement allaient éparpiller au hasard, sur toute l'étendue du terrain affecté à l'entreprise. Le hasard fait souvent fort bien les choses, car les sables diestiens, extraits de la fouille aval, ont été déversés en deux points, où ils constituent un épais talus absolument pur de tout mélange avec les dépôts supérieurs. Il a été donné à quelques membres de la Société belge de Géologie de les examiner, lors de leur visite du 30 octobre 1895, et tous ont pu en admirer la pureté remarquable et les caractères fauniques très caractérisés, notamment les abondants *Ditrupa subulata* (Desh.), *Trochus turbinoïdes* (Nyst.) et les *Isocardia cor* (L.). Un d'entre nous recueillit même un fragment bivalve de *Terebratula grandis* (Blum.).

C'est aux endroits marqués I.C. sur mon plan, que le Diestien forme les talus et les déblais dont je parle ; je les ai à maintes reprises visités : les travaux étant absolument arrêtés, le vent et la pluie ne tardèrent pas à agir sur la surface de ces sables ; leur double action eut pour effet de faire affleurer les fossiles que les dépôts contenaient, et ce simple travail des agents météoriques a mis au jour une faune bien intéressante, que j'ai exploitée en attendant la reprise des travaux.

Vers la mi-novembre 1895, la ville entreprit à ses frais l'épuisement de l'eau des trois fouilles, et l'achèvement du creusement de celles-ci ; mais dès le mois de mars suivant, l'entreprise ayant été résiliée, on réinonda les fouilles en attendant la nouvelle adjudication, qui n'est pas encore faite à cette heure-ci ; c'est donc durant quelques mois seulement que j'ai pu descendre au fond de la fouille aval, la seule qui ait été approfondie en entier, c'est-à-dire à $7^{m}.40$ sous la laisse de basse marée de l'Escaut (environ 15 mètres sous la tablette du mur des quais).

J'ai pu alors poursuivre mes recherches *in situ*, et examiner à loisir la coupe, dont voici le relevé, pris contre la paroi ouest.

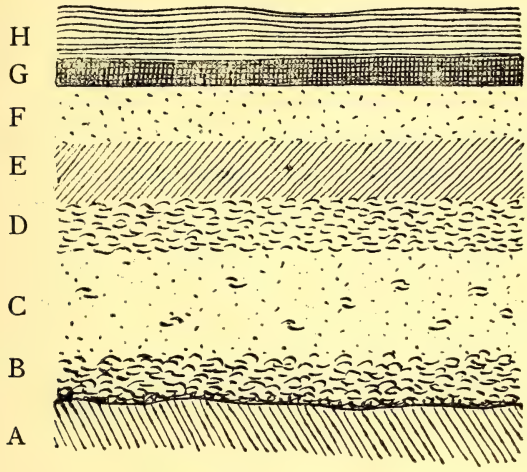


FIG. 2.

Écluse Lefèvre, coupe N° 1, prise contre le paroi Ouest de la fouille aval.

A. — Le plancher de la fouille aval repose entièrement sur les sables diestiens à *Isocardia cor*, qu'elle entame sur environ 1m.50 de profondeur; ils sont gris verdâtres, extrêmement purs et très fins.

La faune de ces sables est très riche; ainsi qu'on l'a déjà remarqué lors du creusement des bassins, les fossiles ne se rencontrent pas en tas enchevêtrés et compactes, comme à l'étage supérieur. Tout en étant fort abondants, ils sont disséminés dans les sables et sont d'une conservation parfaite. Des coquilles, d'une fragilité extrême, s'y rencontrent intactes, et parfois même présentent encore des vestiges de leurs couleurs : c'est notamment le cas pour le fragile *Trochus turbinoïdes* (Nyst.).

Quant aux lamellibranches, ils apparaissent pour la plupart avec leurs valves adhérentes; signalons pour leur extrême abondance : *Lucina borealis* (L.), *Astarte corbuloïdes* (Laj.), *Cyprina rustica* (J. Sow.). La sédimentation a dû s'effectuer en mer profonde et calme : ce qui le prouve, c'est l'abondance relative de la *Terebratula grandis* (Blum.) dont j'ai trouvé huit exemplaires bivalves, ce qui est beaucoup, étant donné l'exiguité de l'emplacement occupé par la fouille aval;

plusieurs sont assez développées, sans atteindre toutefois l'immense taille des Térébratules rencontrées à Wommelgem, où certainement existaient des conditions spéciales de notre mer diestienne. J'ai rencontré aussi un bel exemplaire de *Buccinopsis Dalei* (J. Sow.), variété *crassa* : espèce qui se rencontre encore de nos jours sur les côtes de l'Irlande, à 100 pieds de profondeur ; la coquille est envahie par le bryozoaire bien connu, le *Cellepora edax*. (Busk.), qui lui fait un épais manteau. D'autres bryozoaires, du genre *Cupularia* notamment, se sont fréquemment montrés en compagnie de débris d'échinides. Enfin j'ajoute six exemplaires *bivalves* de la rarissime et si fragile *Rynchonella Nysti* (Davidson). Étant donné, je le répéte, le peu d'étendue des travaux, cette nombreuse réunion, bien *in situ*, d'individus des bas-fonds, me porte à conclure que les sables diestiens à *Isocardia cor* représentent un dépôt côtier d'une certaine profondeur.

Passant à un autre ordre d'idées, si l'on jette un coup d'œil attentif sur les découvertes faites à l'époque du creusement des bassins, et à Zwijndrecht, il me semble que l'on peut dire que le caractère de la mer diestienne est celui d'une mer tempérée-chaude, comme la Méditerranée actuelle.

Cela résulte, à mon avis, de la présence de différentes espèces, très rares il est vrai, de l'étage sous-jacent, et de la présence, autrement caractéristique, d'individus dont les congénères survivants se rencontrent actuellement dans les mers chaudes.

J'ai notamment rencontré plusieurs colossales *Pyrula reticulata* Lm. *(Ficula intermedia* Sism) dont la fragilité ne m'a malheureusement pas permis de recueillir d'échantillons intacts. On retrouve aujourd'hui cette espèce dans l'Océan Indien.

De plus, à côté d'espèces communes, tant à la zone méridionale, qu'à la zone septentrionale, j'ai remarqué la présence de plusieurs espèces, qui, actuellement, se rencontrent exclusivement dans la Méditerranée : notamment les gastropodes suivants : *Columbella subulata* (Bron.), *Pleurotoma modiola* (Jan.), *Turbonilla filosa* (S. Wood.), *Turritella incrassata* (J. Sow.), *Scalaria subulata* (J. Sow.), *Scalaria Hennei* (Nyst), *Fossarus sulcatus* (S. Wood.), *Rissoa Stephanisi* (Jeff.), etc., etc.

Pour ce qui est des espèces de l'horizon inférieur à *Pectunculus pilosus*, j'ai recueilli *Solecurtus strigilatus* (L.), *Lucina transversa* (Bronn.) nouveaux pour la zone qui nous occupe.

Une curieuse constatation à faire, lorsque l'on compare la faune du Diestien à celle du Scaldisien, c'est le facies bien différent qu'affectent certaines espèces, selon qu'elles se présentent dans le premier ou dans

le second étage. Ainsi le *Pleurotoma turricula* (Nyst), si abondant et si développé dans le Scaldisien, de même que le *Chenopus pes pelecani* (L.), se rencontrent, dans le Diestien, représentés par de rares spécimens, rabougris et de petite taille. Il en est de même du rare *Pleurotoma intorta* (Bron.), grêle dans le Diestien, atteignant 8 à 10 centimètres dans le Scaldisien.

Enfin, si l'on prend la *Turritella incrassata* (J. Sow.) on la verra représentée dans le Diestien par une coquille élégante, mince, et de taille moyenne : elle devient énorme dans le Scaldisien, épaisse, et elle est bien une fois aussi grande que dans le Diestien.

Aujourd'hui cette espèce ne se trouve pas dans les mers septentrionales, ainsi qu'on pourrait le supposer après avoir assisté à son développement dans le Scaldisien, mais dans la Méditerranée. C'est là un fait curieux, de voir une espèce, primitivement méridionale, se développer sous l'influence d'un refroidissement climatérique, puis disparaître totalement des mers septentrionales, pour se retrouver aujourd'hui, dans une mer tempérée-chaude (la Méditerranée).

Cette variation dans le facies de certaines espèces, selon qu'elles apparaissent dans deux zones distinctes, mériterait de fixer l'attention des zoologistes : si je la signale ici, c'est sur les conseils de M. le docteur Paul Oppenheim, de Berlin, qui, lors de son voyage à Anvers, cette année, a été frappé, ainsi que moi, de ces modifications, dont je viens d'esquisser trois des plus curieuses. Un cas analogue à celui de la *Turritella incrassata*, serait celui de la *Voluta Lamberti* (J. Sow.) qui, très rare dans le Diestien, foisonne dans le Scaldisien, y atteint des proportions énormes, et se retrouverait aujourd'hui dans le Golfe du Mexique, d'après Gwyn Jeffreys.

Ce qu'il y a de certain, c'est que la température n'est pas seule à influer sur la distribution et le développement de ces espèces : des causes multiples et complexes, ont dû agir diversement pour chacune d'elles, et, dit Darwin, à la page 73 de son admirable Origine des espèces, « *les causes qui font obstacle à la tendance naturelle à la multiplication de chaque espèce sont très obscures : nous ne pourrions même pas, dans un cas donné, déterminer exactement quels sont les freins qui agissent : cela n'a rien qui puisse surprendre, quand on réfléchit que notre ignorance sur ce point est absolue, relativement même à l'espèce humaine, quoique l'homme soit bien mieux connu que tout autre animal.* »

Mais la science ne doit pas se contenter d'un « *non possumus* » : et il faut espérer qu'elle éclaircira ces points obscurs, tout comme elle en a éclairci bien d'autres, qu'on réputait naguère inexplicables.

Pour terminer, il n'est pas sans intérêt de rechercher quel est le nombre des espèces diestiennes existant encore de nos jours, et combien d'entr'elles sont éteintes.

Tout d'abord, je m'empresse de dire que le rapport en *pour cent* des espèces actuellement survivantes n'est pas encore bien fixé, et ce pour deux motifs :

1° Parce que l'assimiliation d'un certain nombre de coquilles fossiles à des individus actuellement vivants est encore douteuse : il y a là une question de plus ou de moins. — Souvent plusieurs auteurs identifient une espèce fossile à *plusieurs espèces vivantes*, sans pouvoir se mettre d'accord sur le point de savoir laquelle de ces dernières comportera la vraie identification ; dans d'autres cas, tels auteurs soutiennent qu'une espèce a disparu, alors que d'autres l'identifient à *une espèce déterminée, actuellement vivante.*

2° Parce que l'on possède environ une vingtaine d'espèces, généralement rares, provenant de gisements soit inconnus, soit non stratigraphiquement déterminés. Leur découverte remonte à l'époque où l'on ne connaissait, pour toute stratigraphie, que les Crags noir, gris et jaune. — Il faut donc, pour le moment, exclure ces espèces d'une liste précise, mais, comme elles se retrouvent dans le Crag corallin d'Angleterre, il faut espérer qu'on les retrouvera un jour dans notre Diestien. Le malheur veut que cet horizon si intéressant, et encore si peu connu, est bien rarement mis à jour, à cause de sa profondeur (cote — 6m.00 aux bassins) et que, d'ici à fort longtemps peut-être, on ne le reverra plus.

Malgré ces deux obstacles, il y a moyen, par le tableau qui suit, de se faire une idée assez nette des liens unissant la faune actuelle à la faune diestienne.

57 Gastropodes.	Espèces éteintes 14	11 dans la zone méditerranéenne ou dans les mers chaudes.
	» vivantes 35	2 dans les mers de l'Europe centrale.
		22 communes aux deux zones.
	Espèces fossiles dont l'assimilation aux espèces actuelles est douteuse. 8	6 dans les mers chaudes et la Méditerranée.
		1 dans les mers de l'Europe centrale.
		1 commune aux deux zones.

7 gastropodes, se retrouvant dans le Crag corallin proviennent de gisements inconnus, ou non stratigraphiquement déterminés.

79 Lamellibranches.	Espèces éteintes 18 » vivantes 51	6 dans la zone méditerranéenne. 5 dans les mers de l'Europe centrale. 40 communes aux deux zones.	
	Espèces fossiles dont l'assimilation aux espèces actuelles est douteuse. 10	4 dans la zone méditerranéenne. 1 dans les mers de l'Europe centrale. 5 communes aux deux zones.	

19 lamellibranches, se retrouvant dans le Crag corallin, proviennent de gisements inconnus, ou non stratigraphiquement déterminés.

4 Brachiopodes.	Espèces éteintes 2 » vivantes 2	mers chaudes : 1 1 espèce commune aux deux zones.

2 espèces sont stratigraphiquement indéterminées.

De là résulte que, sur 57 gastropodes, il y a une proportion de 61 % vivant encore actuellement, proportion qui monte à 71 %, si l'on retranche du total les huit espèces dont l'assimilation à telle ou telle espèce vivante n'est pas encore unanimement résolue.

Sur 79 lamellibranches, la proportion des individus vivants est de 64 %, ou de 74 % en écartant du total les 10 espèces litigieuses.

Enfin sur 4 brachiopodes, la moitié, donc 50 %, existe encore.

Donc sur les *140 espèces actuellement connues* il y en a 63 % dont la survivance ne fait actuellement plus de doute; ce nombre doit être porté à 73 %, si l'on exclut de ces 140 noms les 20 espèces dont la survivance ou l'identification est encore plus ou moins controversée.

On constatera enfin que, dans les deux groupes importants : gastropodes et lamellibranches, la grande majorité des espèces est commune à la zone méridionale, et à la zone centrale (surtout chez les lamellibranches); mais ce point une fois établi, on verra aussi que les espèces purement méridionales sont plus abondantes que les espèces purement centrales ou septentrionales : c'est spécialement le cas pour les gastropodes. En résumé, ainsi que je le disais plus haut, la mer diestienne devait, avec une température légèrement plus élevée, rappeler en bien des points la Méditerranée actuelle.

B. — Le dépôt qui repose sur le Diestien est la base du Scaldisien, représentée par un sable gris foncé, avec une quantité de Pecten, Cyprines, Ostrea enchevêtrées. C'est le banc coquillier inférieur des sables à *Fusus contrarius.* — Épaisseur : $0^m.40$ à $0^m.60$.

C. — Sables intermédiaires : gris bleuâtres, cohérents, un peu argileux : $2^m.60$.

Lors du dépôt de ces derniers sables, le facies maritime a dû changer considérablement, et à plusieurs reprises. On remarque tout d'abord, des *Tellina Benedeni* (Nyst) nombreuses, presque toutes bivalves, bien en place : j'ajoute *Glycimeris angusta* (Nyst et West.) et *Cyprina rustica* (J. Sow.) bivalves aussi, le plus souvent : ces coquilles sont épaisses, solitaires : on dirait que,dans un sable presque dépourvu de débris, on a incrusté çà et là une coquille.

Parmi les Gastropodes : *Chenopus pes pelecani* (L.), *Turritella incrassata* (J. Sow.), une jeune *Cassidaria bicatenata* (J. Sow.), *Nassa labiosa* (J. Sow.) ; le tout admirablement conservé. Ces coquilles sont grandes, bien développées : on se demande quelle est la cause qui a fait succéder cette pauvreté faunique et numérique au fouillis du premier banc, tout en donnant aux êtres qu'on y trouve, spécialement aux lamellibranches, un développement inusité, et une fraîcheur de conservation étonnante.

Dans la partie supérieure, à peu de distance du second banc, nouveau changement ; un horizon surgit, charriant des débris triturés de tous genres, et dans lequel s'observent des espèces très rares, ou inconnues aux autres niveaux, comme *Murex muricatus* (Wood), *Fusus gracilis* (da Costa), *Pleurotoma costata* (da Costa), etc.

D. — Dépôt coquillier très fossilifère, constituant le banc supérieur des sables à *Fusus contrarius*. Il se compose d'une énorme quantité de grands gastropodes, *Fusus contrarius* (L.) et *Voluta Lamberti* (J. Sow.) et de nombreux lamellibranches. L'enchevêtrement est tel, qu'il est parfois fort difficile de recueillir des exemplaires intacts. Sable décoloré jaune clair, très argileux. Épaisseur $0^m.60$.

E. — Sable jaunâtre, assez argileux, avec quelques débris coquilliers : notamment une *Helix Haesendoncki* (Nyst.), ce qui semble témoigner de la nature littorale de ce dépôt, et du voisinage de régions émergées limitrophes. En maints endroits ce sable est raviné par des poches d'argile verte (visibles surtout dans la fouille intermédiaire), provenant de l'altération des couches recouvrantes.

F. — Sables quartzeux blanchâtres, très fluents, dépourvus de fossiles : quelques cailloux roulés : épaisseur environ 2 mètres.

G. — Mince couche argilo-tourbeuse (ondulée dans la fouille aval). Dans la première fouille (amont), elle acquiert par contre le développement d'un massif important : M. Van den Broeck, page 104 de son travail, parle d'une coupe en un point *I* de son plan, et mentionne un épais banc tourbeux *in situ*. Ce point *I* touche à la fouille amont de l'écluse, dont il n'est séparé que par une chaussée : le banc tourbeux de la fouille amont est donc la continuation de celui du point *I* du bassin Lefèvre. Environ $0^m.20$ à $0^m.80$ et plus.

H. — Argile des polders, remblais, débris de constructions. Environ $1^m.50$.

Je fais suivre cet aperçu de la description de quelques espèces fort rares et peu connues, recueillies dans la fouille aval.

I — **Scalaria Hennei** : Nyst : (Ann. Musée hist. nat. de Belg. t. III, pl. VI, fig. 19). — (Voir fig. 2 de la planche 1.)

J'ai trouvé cinq exemplaires de cette rare Scalaire, dont un en parfait état de conservation. Elle mesure environ dix millimètres de haut, sur quatre de large. Nyst en donne une fort bonne description : « elle est » petite, pyramidale, pointue au sommet, et un peu élargie à la base : » sa spire, très régulière, est formée de six à sept tours convexes : » sur la surface, se distribuent avec régularité, une vingtaine de » lamelles longitudinales, très serrées et tranchantes, remarquable- » ment minces. Elles correspondent obliquement aux lamelles des » tours supérieurs, sans cependant se confondre avec elles. Des sillons » transverses, au nombre de dix, en forme de petits rubans, occupent » les interstices des lames. L'ouverture est circulaire, et limitée à la » dernière lamelle. Cette espèce n'est pas sans présenter une certaine » analogie avec la *Scalaria cancellata* (Brocc.), décrite par Wood » sous le nom de *Scalaria decussata* (S. Wood, Monog. Crag » Mollusca. (univ.) 1848, p. 95, nº II, pl. VIII, fig. 22) ».

II. — **Capulus Fallax**. S. Wood. (Monog. Crag Mollusca. (univ.) 1848, p. 157, pl. XVII, fig. 4).—Voir fig. 3, 3a et 3b de la planche 1).

Je mentionne, en faisant toutes mes réserves, une coquille qui pourrait bien être aussi un jeune âge du *Pileopsis ungaricus* (L.) var. *obliquus* (S. Wood). Elle est lisse, très mince, fortement carénée : une arête dorsale la divise en deux parts inégales : cette arête affecte la forme d'un croissant, et s'enroule sur elle-même à sa naissance, de façon à toucher le bord extérieur de la coquille : elle s'infléchit ensuite fortement à droite, pour se terminer, en s'élargissant, au bord opposé de la coquille, qu'elle traverse ainsi dans sa longueur. — L'intérieur est absolument lisse, et ne révèle aucune trace d'impression musculaire. — Elle mesure quinze millimètres de long environ, sur douze de large.

III. — **Rhynchonella Nysti** (Davidson) (Nyst : *loc. cit.*, p. 250, pl. XXVIII, fig. 2).— (Voir fig. 4, 4a, 4b, 4c et 4d de la planche.)

Davidson : *On the tertiary brachiopoda of Belgium ;* Geological Magazine London, decade II, vol. 1, nº 4, p. 157, pl. VII, fig. 17.

Cette rarissime espèce n'était connue, je crois, que par des exemplaires incomplets, consistant en deux valves ventrales. J'en ai trouvé six échantillons bivalves, admirablement conservés, au plus profond des sables de la fouille aval : sa présence avec la *Terebratula*

grandis (Blum) est un témoignage important en faveur de l'opinion que j'émets ci-dessus, que les dépôts diestiens des bassins d'Anvers représentent un facies à la fois côtier et profond.

Valve ventrale : La valve ventrale est couverte de 17 à 20 côtes, fortement anguleuses; le bec, très saillant, est recourbé, fortement acuminé. Le sinus médian, recouvert de 5 côtes, occupe le tiers de la coquille et commence à peu de distance de la naissance du bec. A l'intérieur, sous l'angle du bec, se trouve une perforation avec deux plaques labiales étroites. Le sous-test est très nacré.

Valve dorsale : La valve dorsale est fortement convexe ; elle s'applique exactement sur la valve ventrale, dont le bec seul dépasse; à l'intérieur, deux crochets très aigus et fins. La coquille est recouverte de fines stries transverses : ce détail ne s'observe que sous un fort grossissement. Cette espèce est très fragile.

IV. — **Trochus noduliferens** (S. Wood) var (?) : Je figure ce *Trochus* parce qu'il me paraît être une variété de l'espèce type. Je l'ai trouvé dans un talus et ne puis dire d'où il a été extrait. Il est à coup sûr **scaldisien** (voyez S. WOOD, *Monog. Crag Mollusca. (univ.)* 1848, p. 126, pl. XIII, fig. 6a). — (Voir fig. 1, 1a et 1b de la planche.)

Agrandissement de la Grande cale sèche du Kattendijk.

Vers le mois de mai 1896 la ville fit agrandir la cale sèche du Kattendijk. Le travail, étant délicat et dangereux, fut exécuté très rapidement; on atteignit le Diestien, qui resta visible pendant quelques jours seulement, après quoi on s'empressa de bétonner le fond de la fouille. A part une assez grande *Terebratula grandis,* je n'ai rien de spécial à en dire : l'étendue des travaux était trop réduite pour laisser le champ libre à des constatations intéressantes. Les parois de la fouille étaient tapissées de planches et de maçonneries provisoires; aussi n'ai-je pu examiner ni la base du Scaldisien, ni même les zones supérieures; un bout du second banc à *Fusus contrarius* m'a laissé entrevoir qu'en cet endroit ce banc n'était pas altéré.

Quant à l'horizon tourbeux, il était considérable : on y voyait des arbres entiers, dont les racines plongeaient dans le dépôt sableux sous-jacent; on y récoltait des noisettes *(Corylus avellana*, L.) en excellent état de conservation. Voici une coupe levée contre la paroi Sud.

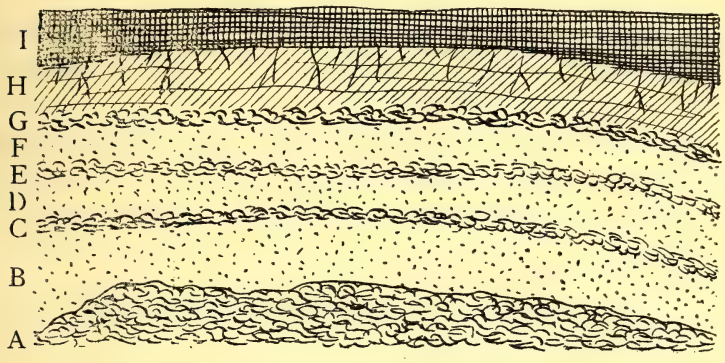


FIG. 3

Coupe d'une partie de la paroi Sud de la Grande cale sèche agrandie.

A. — Petite portion, non altérée, du second banc à *Fusus contrarius ;* le reste n'est pas visible ; environ $0^m,25$.

B. — Sables argileux verdâtres, avec quelques rares débris coquilliers, notamment une valve de *Tellina Benedeni :* environ $0^m.75$ à 1 mètre.

C. — Un ruban d'environ $0^m.20$, exclusivement composé de débris pliocènes, triturés et roulés ; parmi ceux-ci, un *Xenophora* d'une espèce indéterminée.

D. — Une bande de sable avec poches d'argile verte très gluante : environ $0^m.15$.

E. — Un second ruban, d'environ $0^m.15$, composé également, comme au point *C*, de débris pressés et triturés, ne laissant rien distinguer d'intact.

F. — Une seconde bande argilo-sableuse verte : $0^m.15$ à $0^m.20$.

G. — Un troisième ruban détritique, pareil à ceux en *C* et *E :* $0^m.20$ à peu près.

H. — Une zone sablo-argileuse, verte, dans laquelle plongent des racines de l'horizon tourbeux : environ $0^m.50$.

I. — Immense banc de tourbe, avec arbres entiers, débris forestiers tels que *Corylus avellana* (L.) : épaisseur $1^m.50$.

Au-dessus, débris de constructions, etc. : impossible de rien analyser à cause de revêtements en planches et de remblais exécutés pour les besoins des travaux. Il est à supposer que les zones comprises entre *C* et *G* ne constituent qu'un seul horizon géologique, remanié à l'époque quaternaire ou moderne.

Il me reste, pour finir, à publier la liste des fossiles recueillis dans les sables diestiens à *Isocardia cor ;* j'y joins une liste de fossiles scaldisiens, mais cette dernière n'a pas la prétention d'être complète ; pour étudier fructueusement la faune scaldisienne, il faut attendre la reprise des travaux de l'écluse, et l'enlèvement des batardeaux intermédiaires.

Liste des fossiles recueillis dans les Sables Diestiens, à " Isocardia Cor „ en 1894, 1895, 1896, à l'occasion du creusement de l'écluse du Bassin Lefèvre.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Abondance ou Rareté.	REMARQUES
Poissons cartilagineux.		
Notidanus primigenius, Ag.	. . .	deux fragments de mâchoire.
Lamna cuspidata, Ag.	. . .	
Oxyrhina trigonodon, Ag.	. . .	
—		
Poissons osseux.		
Otolithes de Trigloïdes	CC.	
Vertèbres de Trigloïdes	RR.	2 petites vertèbres.
—		
Crustacés.		
Fragments de pinces	. . .	
Balanus sp.	. . .	
—		
Gastéropodes.		
Murex alveolatus, J. Sow.	R.	
Cancellaria Lajonkairi, Nyst	R.	
Buccinopsis Dalei, J. Sow, var. *crassa*,	RR.	
Nyst.	AR.	
Terebra inversa, Nyst.	R.	
Nassa prismatica, Bron.	RR.	
Columbella subulata, Bron. (1). . . .	RR.	
Ficula intermedia (?), Sism.	R.	
Pleurotoma turricula, Bron.	R.	
— *intorta*, Bron.	RR.	
— *modiola*, Jan.	RR.	
— *inermis*, Partsch	RR.	bel exempl., bien caract.
— *similis* (?) Nyst	RR.	exempl. fruste, douteux.
Clavatula plicifera, S. Wood. . . .	RR.	
Voluta Lamberti, J. Sow.	RR.	
Cypræa Europæa, Mont.	C.	
Natica millepunctata, Lmk.	CC.	
— *varians*, Duj.	AR.	
Chemnitzia elegantissima, Mont. . .	RR.	
Pyramidella plicosa, Bronn.	RR.	

(1) Les espèces dont le nom est imprimé en caractères gras sont nouvelles pour le Diestien.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Abondance ou Rareté.	REMARQUES
Turbonilla filosa, S. Wood.	R.	
Eulima subulata, Don.	AR.	
Chenopus pes-pelecani, L.	R.	
Turritella incrassata, J. Sow. . . .	CC.	
Vermetus intortus, Lamk.	RR.	
Scalaria frondicula, S. Wood. . . .	AC.	
— *subulata*, J. Sow.	AC.	
— *Hennei*, Nyst.	RR.	
Scalaria fimbrosia, S. Wood.	RR.	
Fossarus sulcatus, S. Wood, var. *lineolatus*, S. Wood.	RR.	
Rissoa proxima, Alder	R.	
— *Stephanesi*, Jeffr.	R.	
Trochus ziziphinus, L.	RR.	
— *occidentalis*, Migh. et Adams .	AR.	
— *turbinoïdes*, Nyst.	C.	
— *conulus*, L.	RR.	
Pileopsis Ungaricus, L.	RR.	
— *Ungaricus*, L., var. *obliquus*, S. Wood	RR.	
Capulus fallax, S. Wood	RR.	
Dentalium entale, L.	AR.	
Tornatella tornatilis, L.	AR.	
— *levidensis* (?) S. Wood. . .	RR.	
Ringicula buccinea, Broc.	CC.	
Cylichna cylindræa, Penn.	AC.	
— *umbilicaris*, Mont. . . .	AR.	
Bullæa sculpta, S. Wood	RR.	
— **scabra**, Mull.	RR.	représentée par deux beaux exemplaires.
Scaphander lignarius, L.	C.	
—		
Lamellibranches.		
Ostræa edulis, L., var. *ungulata*, Nyst .	C.	
Pecten Westendorpi, Nyst.	C.	
— *lineatus*, da Costa.	AC.	
Pecten pusio, L.	R.	4 valves *bien in situ*. l'espèce est plus petite que dans le Scaldisien : une des valves est fortement épineuse. Le type est absolument celui du Crag corallien.
Pecten radians, Nyst.	C.	
— *tigerinus*, Mull.	C.	
Pinna pectinata, L.	R.	
Lima subauriculata, Mont.	AC.	
Modiola phaseolina, Phil.	R.	
— *sericea*, Bronn.	AR.	
Limopsis anomala, d'Eichw.	RR.	
Leda tenuis, Phil.	R.	

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Abondance ou Rareté.	REMARQUES
Yoldia semistriata, S. Wood	A.C.	
Kellia ambigua Nyst et West.	R.	
Montacuta ferruginosa, Mont. . . .	RR	
Cardium nodosum, Turt.	RR.	
Lucina borealis, L.	CC.	
Lucina transversa, Bronn.	RR.	
Axinus flexuosus, Don.	C.	
Diplodonta Woodii, Nyst	R.	
Cyprina rustica, J. Sow.	CC.	
— *islandica*, L.	C	
Circe minima, Mont.	RR.	
Astarte mutabilis, S. Wood.	AR.	
— *Omalii*, Lajonk	CC.	
— *sulcata*, (?) da Costa	(?) RR.	
— *incerta*, (?) S. Wood.	AR.	
— *obliquata*, J. Sow.	R.	
— *corbuloïdes*, Lajonk.	CC.	
— *Burtini*, Lajonk	C.	
Isocardia cor, L.	AC.	
Woodia digitaria, L.	AR.	
Cardita orbicularis, J. Sow.	CC.	
— *scalaris*, Lamk.	CC.	
Venus imbricata, J. Sow.	R.	
— *ovata*, Penn.	R.	
Cytherea rudis, Poli	R.	
Tellina compressa, Brocc.	AR.	
— *donacina*. L.	R?.	
Solen ensis, L.	CC.	
Solecurtus strigillatus, L.	RR.	
Semele prismatica, Mont.	CC.	
Panopæa Faujasi, Men. d. l. Groye . .	R.	
Glycimeris angusta	AR.	
Corbula striata, Boys et Walk. . . .	C.	
Thracia pubescens, Pult.	RR.	
—		
Brachiopodes.		
Rhynchonella Nysti, Davidson. . . .	RR.	
Lingula Dumortieri, Nyst	CC.	
Terebratula grandis, Blum.	RR.	
—		
Annélides.		
Ditrupa subulata, Desh.	CC.	
—		
Fragments d'Echinus		

Liste des fossiles recueillis dans les Sables scaldisiens en 1894, 1895, 1896, lors du creusement de l'écluse du Bassin Lefèvre.

Le signe * indique la présence de l'espèce correspondante dans l'horizon supérieur des sables intermédiaires, situé à environ $0^m.40$ sous le second banc, et caractérisé par une faune spéciale.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	1er banc	Sable interm.	2d banc	OBSERVATIONS
Boucles de raies	. .	. .	C.	
—				
Gastropodes.				
Murex muricatus, Mont..	. .	AR*	. .	
Cancellaria Lajonkairi, Nyst. . . .	R.	. .	. .	
— *umbilicaris*, Broc. . . .	. .	. .	RR.	
Fusus contrarius, L.	. .	. .	CC.	
— *gracilis*, da Costa.	. .	AC*	. .	
— *elegans*, Charlesw.	. .	. .	R.	
Buccinopsis Dalei, J. Sow.	. .	. .	R.	
Buccinum undatum, *L.*	R.	R.	AC.	
Terebra inversa, Nyst.	. .	AR.	AR.	
Nassa reticosa. var. *costata*. J. Sow. .	C.	. .	CC.	
— — var. *elongata*, J. Sow.	C.	. .	CC.	
— *elegans*, Leathes.	. .	AR.	AR.	
Columbella subulata, Bronn. . . .	R.	. .	R.	
Cassidaria bicatenata, J. Sow. . . .	. .	R. j.â.	. .	
Purpura lapillus, L.	RR.	. .	. .	
— *tetragona*, J. Sow.	. .	. .	AC.	
Pleurotoma turricula, Broc.. . . .	C.	AC.	CC.	
— *granulina*, Nyst. . . .	R.	. .	. .	
— *incrassata*, Dujard.. . .	R.	. .	. .	
— *intorta*, Broc.	RR.	. .	RR.	
— *costata*, da Costa. . . .	. .	R*	. .	
Voluta Lamberti, J. Sow.	. .	. .	CC.	
Natica millepunctata, Lamk. . . .	C.	. .	CC.	
— *catena*, da Costa.	C.	. .	CC.	
Odostomia conoïdea, Broc.	. .	. .	R.	
Turbonilla internodula, S. Wood. . .	RR.	. .	. .	
Chenopus pes pelecani, L.	CC.	C.	C.	
Turritella incrassata, J. Sow. . . .	CC.	C.	CC.	
Xenophora, sp.	. .	. .	. .	trouvé dans des débris pliocènes remaniés (cale sèche).
Trochus noduliferens. S. Wood. . .	RR.	. .	. .	
— *obconicus*, S. Wood. . . .	R.	. .	. .	
— *occidentalis*, Migh. Adams . .	. .	RR*	. .	
— *octosulcatus*, Nyst.	RR.	. .	. .	
— *ziziphinus*, L..	RR.	. .	. .	

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	1er banc	Sable interm.	2d banc	OBSERVATIONS
Emarginula crassa, J. Sow..	. .	RR*	RR.	
— *fissura*, L.	. .	RR*	. .	
Calyptræa sinensis, L.	. .	AR*	. .	
Pileopsis ungaricus, L.	. .	RR*	. .	
Lepeta cæca, Müll.	. .	. .	R.	
Helix Haesendoncki, Nyst. (1)	. .	. .	. .	provient de l'horizon immédiatement supérieur au 2d banc.
Tornatella Noæ, J. Sow..	. .	. .	RR.	
Cylichna cylindracea, Penn.	. .	AR.	. .	
— *umbilicaris*, Mont..	. .	R.	. .	
Scaphander lignaria, L..	. .	R.	. .	
—				
Lamellibranches.				
Ostræa edulis, L.	C.	C.	C.	
Anomia striata, Broc..	C.	. .	C.	
— *ephippum*, L.	C.	. .	CC.	
Pecten complanatus, J. Sow..	C.	. .	C.	
— *opercularis*, L..	. .	. .	CC.	
— *tigerinus*, Müll.	R.	. .	. .	
— *pusio*, L.	CC.	. .	CC.	
— *Gerardi*, Nyst..	. .	. .	. .	provient d'éléments scaldisiens remaniés (cale sèche).
Pectunculus glycimeris, L.	C.	C.	C.	
Nucula lævigata, J. Sow.	. .	. .	R.	
Nucula nucleus L.	C.	C.	C.	
Cardium decorticatum, S. Wood.	C.	. .	CC.	
— *edule*, L.	. .	. .	C.	
Cyprina rustica, J. Sow.	AC.	. .	. .	
— *Islandica*. L.	AR.	. .	. .	
Astarte Burtini, Laj.	AR.	. .	. .	
Woodia digitaria, L.	R.	. .	R.	
Venus casina, L..	AR.	. .	C.	
Artemis exoleta, L..	C.	. .	C.	
Mactra arcuata, J. Sow.	. .	. .	RR.	
— *solida*, L.	. .	. .	C.	
Tapes edulis, Chemn.	. .	. .	R.	
Tellina Benedeni, Nyst	C.	CC.	C.	
— *prætenuis*, Leathes' Mss.	. .	. .	R.	
Corbula striata, Boys et Walk	C.	. .	C	
Glycimeris angusta, Nyst.	. .	R.	C.	
Panopæa Faujasi, Men. de la G.	. .	R.	.	

(1) Cette espèce a été identifiée par M. G. Vincent, à l'espèce récentes *H. nemoralis* L.

PREMIÈRE NOTE

SUR

QUELQUES DÉPOTS TERTIAIRES

DE L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE (1)

PAR

L. Bayet.

PLANCHE II

Mon but, dans la présente note, est de faire connaître quelques observations que j'ai recueillies dans les assises tertiaires des plateaux de la rive gauche de l'Eau d'Heure. J'espère ainsi apporter de nouveaux matériaux à l'histoire géologique de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Tout d'abord, je dois dire que j'ai largement puisé dans le Mémoire sur les assises crétacées et tertiaires de cette région, publié, en 1888, par M. Briart (2). J'emprunte notamment à ce remarquable travail la plupart des idées géogéniques que j'aurai l'occasion d'émettre.

Les assises tertiaires que l'on rencontre dans l'Entre-Sambre-et-Meuse ont une double origine : les unes se sont déposées au sein des mers landenienne et bruxellienne, les autres sont des formations du sol exondé. J'ai cherché à montrer dans le tableau suivant la succession et la répartition dans le temps des phénomènes d'immersion et d'émersion qui ont produit cette dualité d'origine, en plaçant en regard les dépôts contemporains des autres parties du pays.

(1) Ce travail, bien que publié dans le tome X (1896), a été présenté à la *Société belge de Géologie*, en sa séance du 30 avril 1895. Le manuscrit toutefois n'a été présenté qu'en 1896, par suite de recherches complémentaires faites par l'auteur.

(2) Briart. *Notice descriptive des terrains tertiaires et crétacés de l'Entre-Sambre-et-Meuse.* (Ann. Soc. Géol. de Belg., t. XV, 1888.)

FORMATIONS TERTIAIRES

dans l'Entre-Sambre-et-Meuse	*dans les autres parties du pays*	SYSTÈME :
1re phase continentle ou infra-tertre	Étge Montien . . .	Paléocène.
	» Heersien . . .	Éocène inf.
1re phase marine.	» Landenien infér.	
2e phase continentle ou Landenienne	» Landenien sup.	
	» Yprésien . . .	
	» Paniselien . .	
2e phase marine	» Bruxellien . .	Éocène moy.
	» Laekenien . .	
3e phase continentle ou supra-tertre	» Ledien . . .	Éocène sup.
	» Wemmelien . .	
	» Asschien . . .	
	» Tongrien. . .	Oligocène.
	» Rupelien. . .	
	» Bolderien . .	Miocène.
	» Diestien . . .	Pliocène.
	» Scaldisien . .	

M. Briart, en faisant l'histoire géologique de la contrée, a montré les oscillations que le sol a dû subir pendant la période crétacée. A la fin de l'époque maestrichtienne cette région formait un continent nouvellement émergé, dont le sol était constitué par les sédiments des mers crétacées qui venaient de se retirer, et que des phénomènes analogues à ceux qui se passent encore de nos jours ne tardèrent pas à modifier profondément.

La majeure partie de ces dépôts furent arrachés et entraînés par de violents courants vers les parties inférieures des bassins hydrographiques, et ces érosions furent assez importantes pour mettre à jour les assises primaires du substratum. Ainsi dénudées, soumises à l'action des phénomènes atmosphériques, ces roches se sont désagrégées et délitées, puis transformées en des produits détritiques divers, dont la composition dépend essentiellement de la nature de la roche originelle. Ces formations détritiques subirent elles-mêmes des remaniements et des déplacements par les eaux de ruissellement, qui les entraînèrent des hauteurs pour les amener dans les parties basses.

Ce processus d'origine si compliquée rend difficile le classement

de ces dépôts continentaux, dont la formation, commencée avec l'ère secondaire et interrompue seulement par les envahissements des mers, se perpétue encore de nos jours, et ce ne peut être que par leurs relations stratigraphiques avec des assises nettement définies que l'on peut en fixer l'âge avec certitude.

Première phase continentale, ou infra-tertiaire.

Parmi ces phénomènes d'altération, qui ont commencé à agir dès la première phase continentale tertiaire, on peut citer les modifications profondes subies par les sédiments crétacés épargnés par les ablations. M. Briart (1) a montré ces intéressantes transformations et comment, sous l'influence des agents atmosphériques, les marnes glauconifères nerviennes sont devenues des sables glauconifères très argileux et riches en phosphate de chaux, alors que les craies sénoniennes se transformaient en argiles compactes vertes ou jaune-sale,connues dans le pays sous le nom de deffes (2).

Pendant ces périodes d'émersion des eaux minéralisées durent ajouter leur action à celles des phénomènes que nous venons de rappeler. Des sources ferrugineuses durent ainsi produire certains de nos amas de minerai de fer, et des eaux chargées de silice donnèrent naissance à des roches siliceuses à texture compacte ou cristalline sans élément clastique et dont l'origine sédimentaire paraît peu probable (3).

Première phase marine, ou landenienne.

La mer landenienne dut former dans l'Entre-Sambre-et-Meuse un bras de mer assez étroit, qui s'étendait dans les terres jusqu'aux environs de Gerpinnes et de Bouffioulx. Au Nord, il détachait du continent une presqu'île comprenant une partie du Hainaut et du et du Brabant.

(1) Briart, *loc. cit.*, p. 26.

(2) Les nombreux éclats de silex à patine épaisse et lustrée que l'on rencontre parfois en amas, le plus souvent disséminés à la surface du sol, principalement sur les plateaux de la Sambre, doivent également être considérés comme des vestiges d'assises crétacées disparues.

(3) Je veux parler des grès très durs que l'on rencontre fréquemment dans les gisements de minerai de fer et qui sont connus des mineurs sous le nom de *Sourds*. On peut aussi donner cette origine aux blocs de grès épars à la surface du sol aux environs de Dourbes et de Fagnolles.

Comme M. Briart le constate (1), on ne rencontre aucune trace des assises inférieures du Landenien marin. Il est donc probable que c'est vers le milieu de la période du Landenien inférieur, c'est-à-dire après le dépôt du tufeau de Lincent, que les eaux ont envahi la contrée et franchi les limites du golfe dont la ligne de rivage s'étendait des environs de Mons aux environs de Maubeuge. Les sédiments abandonnés dans ce bras de mer, sont formés de sables verts glauconifères ; ils sont fossilifères et parfois argileux ou graveleux vers la base. En certains points, comme à Bouffioulx par exemple, ces sables se sont postérieurement lapidifiés et transformés en grès à surfaces mamelonnées.

Voici la liste et le lieu de gisement des fossiles signalés dans ces dépôts marins :

Natica Hantoniensis, Pilkington .	Nalinnes. — VINCENT in BRIART : *Note sur une faune marine landen.*, etc. (Ann. Soc. géol. Belg., t. XVII. Mém.)				
„ *semipatula*, Desh. . . .	Bouffioulx. — VINCENT : *L'âge du grès fossilif. de Bouffioulx.* (Bull. Soc. roy. Malac., t. XXIX.)				
„ *infundibulum*, Wat.? . .	Bouffioulx. — VINCENT : *loc. cit.*				
„ *patula*, Desh.	id. DEWALQUE : *Sur l'âge des foss. trouvés à Bouffioulx.* (Ann. Soc. géol. Belg., t. XIII, Mém.)				
„ *parisiensis*, d'Orb. . . .	Bouffioulx. — DEWALQUE : *loc. cit.*				
„ *cf. spærica*. Desh. . . .	id.	id.	d.		
Pleurotoma, sp.	id.	VINCENT, DEWALQUE : *loc. cit.*			
Pyrula intermedia	id.	id.	*loc. cit.*		
Voluta depressa, Lmk.	id.	id.	id.		
„ *cf. muricina*, Lmk. . . .	id.	DEWALQUE :	id.		
Fusus costulatus, Lmk.	id.	id.	id.		
Melania lactea, Lmk.	id.	id.	id.		
Xenophorus agglutinatus, Lmk. .	id.	id.	id.		
Turritella bellovacina, Desh. . . .	Nalinnes — Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.* DEWALQUE : *loc. cit.*				
„ *imbricataria*, Lmk. . .	Bouffioulx. — DEWALQUE : *loc. cit.*				
„ sp.	id.	id.	id.		
Calyptræa suessoniensis, d'Orb. .	Nalinnes — Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.*				
„ *trochiformis*, Lamk. .	Bouffioulx. — DEWALQUE : *loc. cit.*				
Bulla, sp.	id.	id.	id.		
Dentalium, sp.	Nalinnes — Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.*				
Nerita bicoronata, Desh.	Nalinnes. — VINCENT : *Contrib. à la paléon. de l'Éocène belge.* (Bull. Soc. roy. Malac., t. XXIX.)				
Cyprina scutellaria, Desh. . . .	Nalinnes. — Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.*				
Cucullæa crassatina. Lmk. . . .	id.	id.	id.	id.	id.
Arca lamellosa, Desh.	id.	id.	id.	id.	id.

(1) BRIART, *loc. cit.*, p. 22.

„ *cf. cucullaris*, Desh.	Bouffioulx. — DEWALQUE : *loc. cit.*
„ sp. n.	id. VINCENT : *loc. cit.*
Cytherea proxima, Desh.	Nalinnes — Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.*
„ *obliqua*, Desh.	Nalinnes. — VINCENT in BRIART : *loc. cit.*
„ *lævigata*, Lmk.	Bouffioulx. — DEWALQUE : *loc. cit.*
„ *elegans ?* Lmk.	id. id. id.
Tellina Edwardsi, Desh.	Nalinnes — Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.*
„ *pseudorostralis*, d'Orb. . .	id. id. id. id.
Pecten breviauritus, Desh. . . .	id. id. id. id.
„ *solea*, Desh.	Bouffioulx. — DEWALQUE : *loc. cit.*
Crassatella bellovacina, Desh. . .	Nalinnes — Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.*
„ *compressa*, Lmk. . .	Bouffioulx. — DEWALQUE : *loc. cit.*
„ *cf. propinqua*, Wat. .	id. id. id.
Nucula fragilis, Desh.	Bouffioulx. — VINCENT : *loc. cit.*
„ sp.	Nalinnes. — VINCENT in BRIART : *loc. cit.*
Leda prisca, Desh.	Bouffioulx. — VINCENT : id.
„ sp.	Nalinnes. — VINCENT in BRIART : id.
Pectunculus terebratularis, Lmk. .	id. id. id.
„ sp.	Bouffioux. — VINCENT : id.
Psammobia Edwardsi, Morris . .	Nalinnes. — VINCENT in BRIART : id.
Corbula obliquata, Desh.	Nalinnes. —Bouffioulx. — VINCENT in BRIART, VINCENT : *loc. cit.*
„ *regulbiensis*, Morr. . . .	id. id. id. id.
Diplodonta duplicata, Desh. . .	id. id.
Lucina prona, Desh.	id. id. id. id.
„ *scalaris ??* Defr.	id. VINCENT in BRIART : *loc. cit.*
„ sp.	id. id. id.
Plicatula, sp. n.	Bouffioulx VINCENT : id.
Ostrea bellovacina, Lmk.	Nalinnes VINCENT in BRIART : id.
„ *Lincentiensis*, Vincent . .	id. id. id. VINCENT : *loc. cit.*
„ *obliquus*, Ag..	id. id. id. id.
„ *eversa* ou *lateralis ?* . . .	Bouffioulx. — VINCENT : *loc. cit.*
Cardium hybridum, Desh.. . . .	id. id. id.
„ *trifidum*, Desh.	id. id. id.
„ *Edwardsi ?* Desh. . . .	id. id. id.
Anisocardia, sp. nov.	id. id. id.
Terebratula Ortliebi ? Bayan. . .	id. id. id.
Terebratulina Bayeti, Vincent . .	Nalinnes id. *Contribut. à la paléont. des terr. tertiaires de la Belg.* (Mém. Soc. roy. Malac., t. XXVIII.)

Deuxième phase continentale, ou landenienne.

Un régime dunal s'établit sur ces contrées, lorsque la mer les eut abandonnées. « Les sables déposés par la mer landenienne — dit M. Briart — ont été remués d'abord par les marées et les vagues des

rivages, changeant constamment le lieu de leur action à mesure que s'exécutait le mouvement d'exhaussement des terres, ensuite par les vents qui les tamisèrent et les accumulèrent en dunes sur les plages successivement abandonnées. Le climat de nos contrées était alors très voisin de celui de certaines régions de l'Afrique. Bientôt une végétation appropriée à ce climat envahit plus ou moins ces plaines sableuses et mouvantes et y forma des oasis semblables à celles que nous voyons dans les déserts actuels. Les actions météoriques, érodant sans relâche les sommets des roches primaires émergeant au-dessus de ce désert landenien, le recouvrirent en partie de dépôts argileux, en même temps qu'elles contribuaient à l'agglutination de ces bancs de grès qui nous ont si bien conservé les empreintes des racines et quelquefois les feuilles des végétaux (1). »

Les dépôts de cette époque sont représentés par des sables blancs, gris, roux ou bruns, rarement glauconifères, généralement très fins, à stratifications entrecroisées ou confuses. Ils renferment des traces noires ligniteuses et des linéoles ou des lentilles de terre plastique. On y rencontre fréquemment des bois silicifiés et des grès à surfaces mamelonnées avec traces végétales, parfois en bancs subcontinus. Vers le bas certains gîtes contiennent des cailloux de silex crétacés plus ou moins roulés et cacholonisés.

Ce sont des dépôts qu'il est bien difficile de délimiter dans l'état actuel de nos connaissances ; c'est ainsi que des doutes sérieux se sont élevés dans ces derniers temps sur l'âge de certains dépôts de la haute et de la moyenne Belgique, rapportés jusqu'ici au Landenien supérieur et que l'on est tenté de rattacher aujourd'hui à une période continentale plus récente (2). Mais il faut bien le reconnaître, la chronologie de ces formations exondées est des plus difficile à établir et les difficultés se compliquent encore par l'absence des données paléontologiques, qui font défaut jusqu'ici.

Deuxième phase marine, ou bruxellienne.

La mer envahit de nouveau la contrée à l'époque bruxellienne et mit fin à cette seconde période continentale. Les sédiments qu'elle déposa sont formés de sables peu argileux, glauconifères, calcareux à leur partie supérieure, où ils englobent des grès souvent calcarifères.

(1) Briart, *loc. cit.*, p. 516.

(2) Stainier, *Le Grès blanc de Maizeroul.* (Ann. Soc. Géol. de Belg., t. XVIII, p. 61.)

La faune de ces dépôts, connue par les travaux de MM. Mourlon, Briart et Vincent et par mes propres recherches, comprend les espèces suivantes citées jusque maintenant :

Squatina, sp. vertèbres	L. Bayet : inéd.	
Trionyx, sp.	id.	
Carcharodon disauris, Ag. . . .	Vincent in Briart : *loc. cit.*, p. 263.	
Lamma elegans, Ag.	id.	id.
„ *cuspidata*, Ag.	id.	id.
„ *verticalis*, Ag.	L. Bayet : inéd.	
Otodus macrotus, Ag.	Vincent in Briart : *loc. cit.*	
„ *obliquus*, Ag.	L. Bayet : inéd.	
„ *gracilis*, Ag.	id.	id.
Oxyrhina, sp.	id.	id.
Œtobates irregularis, Ag. . . .	id.	id.
Nautilus Lamarki, Desh. . . .	Vincent in Briart : *loc. cit.*	
Rostellaria robusta, Rutot. . . .	id.	id.
Ovula gigantea, Munst.	id.	id.
Turritella carinifera, Desh. . . .	id.	id.
Terebellum sopitum, Brand. . . .	L. Bayet : inéd.	
Lucina Volderiana, Nyst. . . .	Vincent in Briart : *loc. cit.*	
Corbula rugosa, Lmk.	id.	id.
Arca biangula, Lmk.	id.	id.
Cardium Parisiense, d'Orb. . . .	id.	id.
Cardita Bruxellensis, Vinc. et Rut.	id.	id.
Pecten squamula, Lmk.	id.	id.
„ *solea*, Desh.	id.	id.
„ *subornatus*, Brand. . . .	id.	id.
Ostrea gigantea, Brand.	id.	id.
Anomia tenuistriata. Desh. . . .	id.	id.
Vulsella deperdita, Lmk. . . .	id.	id.
Leda Galeottiana, Nyst.	id.	id.
Lenita patellaris, Ag.	id.	id.
Teredo, sp. . . . . , ...	L. Bayet : inéd.	
Chizaster acuminatus, ? Goldf. . .	id.	id.
Brissopsis Bruxellensis, Cott. . .	id.	id.
Nummulites Lamarki, d'Arch. et H.	Vincent in Briart : *loc. cit.*	
„ *lævigata*, Lmk. . . .	id.	id.
Lunulites, sp.	L. Bayet : inéd.	
Bois silicifié.	id.	id.

Je crois convenable de signaler ici les espèces suivantes que l'on trouve dans les grès siliceux épars superficiellement sur certains plateaux de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Turritella abbreviata, Desh. . . .	Mourlon : Bull. Acad. roy. Belg., 3e série, t. VII, p. 302.
Dentalium lucidum, Desh. . . .	id.
Natica ceparata, Desh.	id.

Rostellaria robusta, Rutot. . . .	L. Bayet : inéd.	
Tellina sinuata, Desh.	Mourlon : *loc. cit.*	
Spondylus rarispinus, Desh. . .	id.	id.
Ostrea cymbula, Lmk.	id.	id.
Nummulites lævigata, Lmk. . . .	id.	id.
Lunulites, sp.	id.	id.

L'étude de l'extension de ces dépôts et leur report sur une carte géologique montrent que la mer de cette époque devait former dans la contrée un détroit faisant communiquer le bassin belge avec le bassin de Paris.

Troisième phase continentale, ou post-bruxellienne.

Une troisième et dernière phase continentale commence avec le retrait de la mer bruxellienne pour se continuer jusqu'à l'ère quaternaire. Par sa durée elle est de beaucoup plus importante que les autres. Néanmoins ce n'est que dans ces dernières années, à la suite de la découverte faite à Andenne et signalée par M. Lohest et des travaux de MM. Rutot et Van den Broeck, que les géologues belges ont nettement dégagé les formations de cette époque et déterminé la position qu'elles devaient occuper dans la série des étages tertiaires. Dans une magistrale mise au point de la question, M. Van den Broeck classe rationnellement les dépôts qu'il a observés dans le Condroz et dans la région de la Meuse (1); il distingue un niveau inférieur marin, formé de sables fins, micacés, avec tubulations d'annélides. A ces formations marines, appartenant au Tongrien inférieur, succèdent des amas, d'origine continentale, principalement constitués par des argiles plastiques diversement colorées, renfermant à Andenne une flore aquitanienne, au-dessus desquels apparaissent des traînées sableuses avec grès, quartzites et cailloux roulés de quartz blanc, de phtanites carbonifères et de roches oolithiques. Ces cailloutis sont ou meubles ou agglomérés en poudingue.

Dans les régions étudiées par M. Van den Broeck, la phase continentale paraît donc ne commencer que vers le milieu de l'Oligocène.

Il n'en est pas ainsi dans la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse que je veux décrire.

La mer tongrienne n'y a pas étendu ses rivages et la phase continentale a dû s'y établir dès la fin de l'Éocène moyen. Celle-ci paraît avoir

(1) E. Van den Broeck. *Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge*, etc. (Bull. Soc. belg. Géol., t. VII, Mém., p. 56.)

commencé par de puissantes dénudations, qui ont créé de larges vallées dans les dépôts sableux étalés sur les plaines qui s'étendaient jusqu'aux pieds de l'Ardenne et du plateau de Rocroy. Puis, un régime fluvio-lacustre a succédé à ces premiers phénomènes ; il a duré sans discontinuité jusqu'à l'ère quaternaire. Les assises les plus anciennes me paraissent formées d'argiles plastiques diversement colorées, avec bois fossiles et rognons de succinite, que l'on retrouve s'étalant en nappe sur les plateaux ou bien remplissant des poches dans les calcaires.

Il existe à côté de ces argiles, dont le type peut être pris à Hanzinnes, d'autres dépôts plus complexes et partant plus difficiles à définir. Ce sont des amas hétérogènes constitués par des argiles plastiques, souvent noires ou brunes, ligniteuses et parfois pyriteuses, formant des lentilles englobées dans des sables. On rencontre fréquemment dans ces complexes de puissantes lentilles de fer hydroxydé. Souvent à la base, et aussi dans la masse, on retrouve des lits de sable graveleux avec cailloux roulés de quartz blanc, de phtanites carbonifères et d'autres roches devoniennes (1). Ces complexes, que les coupes que je décrirai dans la suite de ce travail définiront plus amplement, reposent soit sur des dépôts tertiaires plus anciens, soit directement sur les roches primaires.

C'est pendant cette époque surtout que des sources minérales semblent être intervenues, soit en lapidifiant les sables, soit en produisant des dépôts ferrugineux dans cet ensemble de roches dont je viens d'indiquer les traits principaux, et à ce propos je ferai remarquer que des phénomènes similaires se sont passés à la même époque, dans la région du Jura et du Plateau Central, où il existe une formation spéciale, à laquelle l'abondance du minerai de fer a fait donner le nom de Terrain sidérolithique (2).

Personne, plus que moi, ne craint les généralisations, si souvent dangereuses ; aussi en exposant les considérations précédentes, je n'ai eu pour but que de montrer les principes qui m'ont guidé et l'application que j'en ai faite au classement des faits géologiques que je vais passer en revue. Je grouperai ces faits selon les régions où je les ai observés en adoptant l'ordre suivant :

1° Plateau de Nalinnes ;

2° Région au Sud de ce plateau.

(1) Je n'ai jusqu'ici pas encore rencontré les cailloux roulés de roche oolithique signalés par MM. Rutot et Van den Broeck, sur les hauteurs de la Meuse.

(2) DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*, p. 1280.

CHAPITRE I

PLATEAU DE NALINNES

Orographie. — Le plateau de Nalinnes forme une plaine ondulée de 4 à 5000 hectares de superficie, comprise entre l'Eau d'Heure à l'Ouest et le ruisseau d'Hanzinnes à l'Est; ces rivières coulent sensiblement du Sud au Nord et se jettent toutes deux dans la Sambre, l'une à Marchiennes-au-Pont, l'autre à Châtelineau. Au Sud il est limité par la Thyria, dont la vallée est dirigée de l'Est à l'Ouest; au Nord le plateau s'étend jusqu'à la vallée de la Sambre, qu'il domine. Ce plateau n'est qu'un rameau de moindre altitude du grand plateau de l'Entre-Sambre-et-Meuse, auquel il se rattache par les crêtes de Tarciennes, Henzinnes, Henzinelles, Oretmont et Bois du Prince.

La direction de sa ligne de faîte est assez sinueuse. En voici les principales altitudes :

Poudrière de Marcinelle . . .	216 et 223
Haie de Nalinnes	230
Bultia	236
Route de Philippeville	241
Sud de Tarciennes	247
Nord de Thy-le-Bauduin . . .	245
Sud d'Henzinnes	257
Henzinelles	271

Le sol est moyennement perméable; si ce n'est par de violentes pluies les terrains du plateau sont peu ruisselants, aussi les eaux météoriques sont en grande partie absorbées et, après un cours souterrain déterminé par la présence d'assises sableuses perméables dont je parlerai, et d'une nappe limoneuse infra-tertiaire plus ou moins continue imperméable, elles forment sur le pourtour du plateau, une ligne de sources dont l'altitude varie de 235 à 205 mètres (1).

En faisant abstraction de quelques parties imperméables et assez

(1) Il existe cependant d'autres sources sur le pourtour du plateau émergeant des terrains primaires; ce fait s'explique par la non continuité de la nappe limoneuse imperméable, les roches primaires étant ainsi directement en communication avec des sables aquifères et le cours souterrain des eaux s'établissant par les diaclases des roches.

humides exigeant des drainages profonds (1) le plateau de Nalinnes est suffisamment fertile et permet la culture des céréales et de la betterave.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

Des assises tertiaires s'étalaient autrefois sur toute l'étendue du plateau de Nalinnes. Ces formations meubles, entamées par les grands phénomènes d'érosion qui ont façonné et donné le dernier relief au sol, ne se retrouvent plus que là où elles ont échappé aux dénudations, c'est-à-dire sur les sommets et dans les poches des roches primaires. C'est là que nous pouvons les observer.

On peut rapporter les données que j'ai pu relever :

1° à un lambeau principal, se développant aux alentours du village de Nalinnes ;

2° à des lambeaux secondaires, observables aux environs de Loverval et de Boufioulx, de Try des Haies, etc.

C'est l'ordre que je suivrai dans l'exposé qui va suivre, en m'attachant principalement aux caractères des assises tertiaires, me réservant de publier postérieurement les constatations que j'ai faites sur le *Quaternaire* de cette si intéressante région.

LAMBEAU DE NALINNES

Ce lambeau est de beaucoup le plus important. Il s'étend de la vallée du ruisseau d'Henzinnes à celles de l'Eau d'Heure et de la Thyria ; au Nord une digitation s'avance par les Haies des Nalinnes et les hauteurs de Jamioulx vers le hameau de Sart Saint-Nicolas.

La coupe schématique, planche II, fig. 1, est faite suivant un plan passant par les clochers de Gerpinnes et de Nalinnes. Elle donne une idée générale de la constitution géologique de ce lambeau et montre les relations des roches primaires du substratum avec les terrains d'âges plus récents étalés en nappes plus ou moins continues sur les sommets des collines.

Pl. II. — Fig. 1.

Coupe schématique passant par les clochers de Nalinnes et de Gerpinnes.

a. Formations quaternaires.
b. » tertiaires.
c. » d'altération.
d. » crétacées.
e. » primaires.

(1) L'imperméabilité superficielle de certaines parties des environs de Nalinnes est due en grande partie à l'existence d'une assise fortement glaiseuse qui se trouve à la base du limon quaternaire. Le limon infra-tertiaire y contribue également, mais pour une moindre part.

Région orientale. — Les hauteurs de la rive gauche du ruisseau d'Henzinnes permettent de faire d'intéressantes observations sur la partie orientale du lambeau de Nalinnes. En les abordant par le chemin de Couillet à Acoz, on constate à la sortie des bois de Loverval, des traces de sable et de cailloux en grès fistuleux dans les dépôts des pentes qui forment le sol. Ce ne sont là que des indices, mais une sablière, située un peu à l'Ouest du hameau de Lausprelle, au lieu dit le Charnoy, donne une idée nette de la composition des assises tertiaires de la région. Voici le résumé d'une coupe publiée en 1880 par M. Briart (1).

a.	Quaternaire.	$0^m.25$ à $2^m.50$
b.	Étage bruxellien	3. 25 à 5. 50
c.	» landenien	2. 25
d.	Argile grise.	traces

Le sol se trouve à la cote 210.

En 1891, malgré le mauvais état des talus, j'ai pu constater, vers la cote 205, la présence de sable graveleux, base du bruxellien.

Le contact des sables landeniens sur les terrains primaires se fait vers la cote 200.

Une argile semblable à celle du terme *d* affleure au N.-O. du hameau, non loin du calvaire du Grand Bon Dieu. Cette argile grise, brune ou parfois noire, est une formation infra-tertiaire, qui doit être rapportée à la première phase continentale.

La même nappe sableuse se retrouve au Sud, sur les hauteurs de Moncharet et de Joncret, où elle forme une bande assez étroite se rattachant au lambeau principal près du hameau du Pachis. Parmi les sablières observables sur le plateau de Moncharet, je citerai celle qui a été ouverte il y a quelques années, vers la cote 207, à l'Ouest du chemin qui monte de la brasserie d'Acoz et dont voici la coupe :

Moderne	*a.* Dépôt des pentes	$1^m.50$
Bruxellien	*b.* Sable roux et jaune, peu glauconifère . .	2. 00
	c. Sable avec concrétions siliceuses . . .	
	d. Sable quartzeux à gros éléments, avec petits cailloux de silex noir	
Formation continentale (2e phase)	*e.* Sables mouchetés de noir avec traces de lignite. La puissance de cette assise, exploitée sur 3 mètres, au moment de ma visite, a été reconnue, par un puits, sur	5. 00
Limon infratertiaire	*f.* Argile plastique brune, bitumineuse, avec traces noires	

(1) Briart, *loc. cit.*, p. 31.

De vastes sablières sont également ouvertes dans le village de Joncret. L'une d'elles se trouve le long du chemin qui descend dans la direction de Gerpinnes, immédiatement au Sud de l'église et vers la cote 240. J'y ai observé la coupe suivante :

Moderne	*a.* Détritique sableux.	
Bruxellien	*b.* Sable argileux roux et brun avec concrétions siliceuses fistuleuses, parfois en plaquettes. Ces sables sont assez fortement altérés, ainsi que les concrétions siliceuses	$9^m.00$
	c. Sable gris, rubané de roux, à grains moyens, devenant grossier et graveleux vers le bas .	
Formation continentale (2e phase)	*d.* Sables gris et jaunes, parfois faiblement glauconifères, avec blocs de grès à surfaces mamelonnées	6. 00
Crétacé	*e.* Dans le talus du chemin j'ai rencontré des traces de marnes vertes, vestiges d'assises crétacées, actuellement disparues.	

Ces deux sablières nous disent la constitution, au sommet des collines de Joncret et de Moncharet, du lambeau tertiaire dont nous nous occupons. Nous allons voir, sur le flanc de ces collines, qu'un terme nouveau intervient, en transgressant sur la série des assises tertiaires.

Ainsi, en suivant le chemin qui va de Lausprelle vers l'arbre de Joncret, on peut observer la succession représentée par la coupe diagrammatique fig. 2 de la planche II :

Pl. II. — Fig. 2.

a. Affleurement, au Sud du ruisseau de la Blanchisserie, de schistes grossiers psammitiques fossilifères appartenant à l'étage Rouillonien.

b. Gisement de minerai de fer que j'ai désigné sous le nom de Trayen du Nord (1). Il traverse le chemin sous une direction de 80° (Mg).

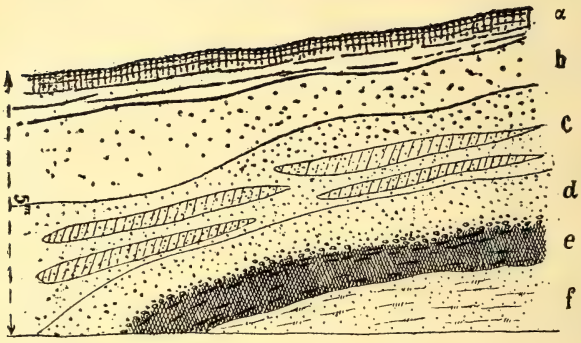
c. Amas hétérogène d'argile plastique avec lignites et de sables. Ces roches renferment des linéoles de cailloux roulés de quartz blanc, de grès et de phtanites houillers.

d Le sommet de la colline est recouvert par des sables bruxelliens et landeniens analogues à ceux des sablières de Joncret et de Lausprelle.

L'argile et les sables ont été exploités. Afin de donner une idée de la structure de ce dépôt, voici deux coupes dont l'une (fig. 1) est levée suivant une paroi N.-S. dans la partie N.-E. de l'exploitation.

(1) L. Bayet, *Étude sur les étages devoniens de la bande Nord du bassin méridional.* (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XXII, Mémoires.)

Fig. 1.



Dépôt des pentes

a. Terre végétale.

b. Sable argileux rougeâtre avec concrétions siliceuses bruxelliennes. Ces sables ont glissé sur la pente et proviennent des assises supérieures

Formation continentale (3e phase)

c. Sables argileux, diversement colorés, avec linéoles argilo sableuses.

d. Sable jaunâtre, non glauconifère, à grains moyens, avec cailloux roulés de quartz blanc, de cherts, de grès à la base. On observe également dans la masse des petits rognons d'argile blanche.

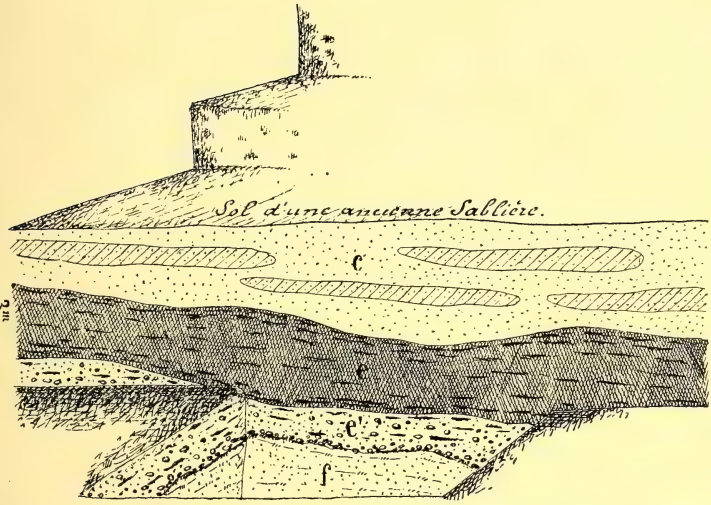
e. Argile noire ligniteuse.

Formation continentale (2e phase)

f. Sable argileux gris. Cette assise n'existe que dans la partie Sud de l'amas, elle ne tarde pas à disparaître et dans le Nord de l'exploitation elle n'existe plus. Elle forme ici le prolongement des sables de la colline.

L'allure de ces diverses assises est nettement lenticulaire ; les unes disparaissent, d'autres acquièrent une puissance plus grande, des éléments nouveaux s'intercalent dans les sables et les argiles et la masse est constituée par un complexe des plus hétérogènes, comme le montre la coupe suivante (fig. 2), prise à quelques mètres de la précédente, suivant une paroi Est-Ouest.

FIG. 2.



c. Sables avec linéoles argileuses.
e. Argile noire avec succinite et lits de bois ligniteux et de feuilles, principalement à la base et au sommet de la couche (1).
e'. Couche de $0^m.70$ d'épaisseur, ainsi constituée :

1. Argile sableuse avec lignites.
2. Roche graveleuse grise avec lignites et cailloux subanguleux.
3. Lits de lignite.
4. Mince couche de limonite reposant sur l'assise suivante.

f. Sable argileux gris.

J'ai pu observer d'autres coupes dans le Nord de l'exploitation; l'une d'elles montrait la succession suivante :

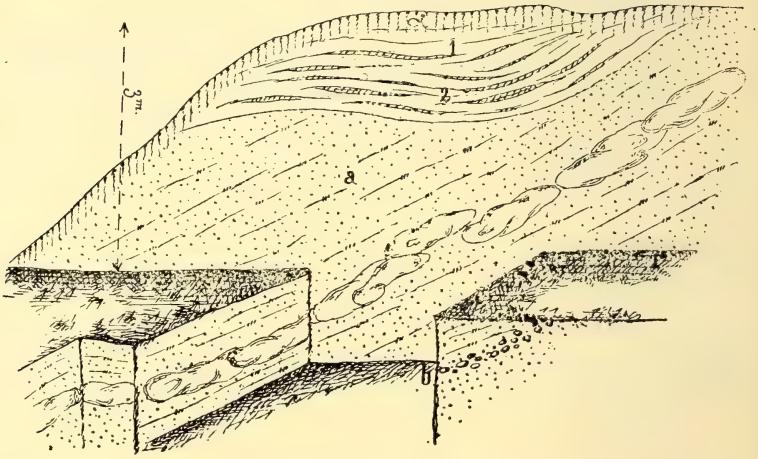
a. Sable avec concrétions siliceuses bruxelliennes, amené par glissement sur la pente.
b. Amas lenticulaire de terre plastique diversement colorée et exploitée pour la fabrication des produits de Bouffioulx.
c. Sable graveleux.
d. Lentilles de limonite.
e. Argile maigre, présentant des apparences de stratification; elle provient de l'altération de la roche sous-jacente.
f. Schistes et grauwacke.

(1) M. le professeur Ch. Bommer a bien voulu se charger de l'examen et, éventuellement, de la détermination de ces fossiles.

Les assises bruxelliennes et landeniennes s'étendent avec la composition que nous leur avons vue à Joncret et à Moncharet, sur les sommets à l'Est de Gerpinnes, où le plus souvent elles sont recouvertes par le limon quaternaire. Néanmoins on retrouve et on peut suivre le long de leur limite orientale, et avec des relations stratigraphiques analogues les traces du dépôt continental que je viens de décrire.

Ce fait peut se vérifier notamment au lieu dit Saint-Pierre, situé au Sud-Ouest de Gerpinnes. Voici une coupe (fig. 3), que j'ai levée en 1890 dans une sablière ouverte sur le flanc Sud de la colline, à 240 mètres au Nord-Nord-Ouest de la chapelle Saint-Pierre vers la cote 202.

Fig. 3.



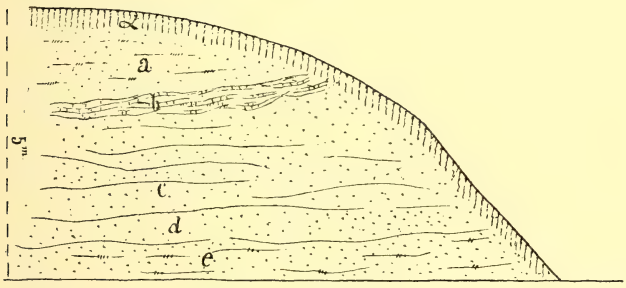
Dépôt des pentes	α. Terre végétale et dépôt des pentes.
Formation continentale (3e phase)	1. Argile brune sableuse avec plaquettes siliceuses bruxelliennes et lentilles de cailloux roulés de quartz blanc, de phtanites carbonifères et de grès. 2. Argile brune sans plaquette passant à de l'argile grise.
Formation continentale (2e phase)	*a*. Sable argileux à éléments fins, jaune, gris, rubanés de jaune, de brun et de roux avec traces ligniteuses et blocs de grès à surfaces mamelonnées montrant de nombreuses traces végétales. Ils gisent dans la masse sableuse en formant un banc subcontinu inclinant vers le Sud par suite d'un phénomène d'affaissement résultant de la dissolution du calcaire sous-jacent ou par suite du glissement sur le flanc de la colline.
Landenien marin	*b*. Au fond d'une excavation : lit de cailloux roulés et verdis de grès reposant sur des sables jaunâtres glauconifères (1).

(1) Je dois rappeler que l'existence du Landenien marin est constatée d'une façon positive à Nalinnes, c'est-à-dire à 4 kilomètres environ à l'Ouest de la sablière de

Les assises 1, 2 s'étendaient vers l'Est en ravinant les sables *a*. A 50 mètres de la paroi qui représente la coupe précédente, l'exploitation était entièrement portée sur la masse argileuse et l'on y extrayait de l'argile plastique diversement colorée. Vers le bas du dépôt les travaux ont rencontré des lentilles de limonite. Ces argiles étaient surmontées de couches sableuses avec cailloux roulés de quartz blanc et de phtanites carbonifères, que l'on retrouve actuellement encore épars sur le sol.

Vers l'Ouest, au contraire, les assises 1, 2 disparaissent. Ainsi une coupe (fig. 4) dans une deuxième sablière à 25 mètres à l'Ouest de la précédente montre la succession suivante :

Fig. 4.



Dépôt des pentes | α. Terre végétale fortement argileuse

Formation continentale (2e phase)

a. Sable gris jaunâtre à éléments très fins.
b. Banc de grès à grains très fins, gris rosé, peu cohérent, paraissant se terminer en coin vers le Nord.
c. Sable argileux gris exploité pour moulage.
d. Sable marron tachant les doigts.
e. Sables très fins rubanés de rose avec lentilles de sables roux et traces ligniteuses passant à des sables jaunes avec blocs de grès à surfaces mamelonnées. (Assise *a* de la fig. 5.)

Les vallées du Ry de Saint-Pierre et du ruisseau d'Ogette tracent un sillon dans la nappe sableuse en isolant un lambeau s'étendant aux environs de Tarciennes, d'Henzinnes et de Thy-le-Bauduin.

Voici une coupe levée dans une sablière ouverte dans la berge du

St-Pierre, où je n'ai pas retrouvé les fossiles si caractéristiques de Nalinnes. C'est la présence du gravier et la similitude des éléments pétrographiques avec ceux de Nalinnes qui me font considérer ces sables comme des sables marins. L'argument paléontologique faisant donc défaut, cette assimilation ne peut être présentée qu'avec doute.

chemin de Walcourt à 400 mètres environ au Sud de l'ancienne église de Tarciennes, vers la cote 228.

Quaternaire	*a.* Limon devenant sableux et renfermant à sa base des cailloux roulés de silex et de grès bruxellien, ...	$0^m.80$
	b. Sable rougeâtre fortement altéré à sa partie supérieure où il renferme quelques rares plaquettes siliceuses. Il passe insensiblement à l'assise suivante,	
Formation continentale (2e phase)	*c.* Sable gris et blanc à grains très fins avec petits nids de terre blanche et des traces ligniteuses noires.	

On remarquera que dans cette coupe le Bruxellien n'existe plus qu'à l'état remanié. Cet étage disparaît en effet dans cette région, où l'on n'observe plus que des blocs de grès à surfaces mamelonnées épars à la surface (1), et quelques rares poches de sables dans les calcaires devoniens. Ces dépôts présentent les caractères des formations de la deuxième phase continentale.

Au Sud du village d'Henzinnes des exploitations sont ouvertes dans une nappe d'argile plastique paraissant s'étendre sur une centaine d'hectares et dont la coupe suivante, levée dans un chantier, indiquera la constitution :

α. Limon gris jaune devenant argileux	$1^m.50$
a. Argile grossière grise, bleue et rosée.	0. 80
b. Argile plastique, fine, brune et grise reposant sur des argiles bitumineuses, dans lesquelles j'ai rencontré un rognon de succinite .	3. 00

D'après les renseignements que j'ai recueillis près des ouvriers, ces argiles reposeraient directement sur les roches primaires.

Ces argiles d'Hanzinnes ont la plus grande similitude minéralogique avec les argiles d'Andenne, et, comme celles-ci, elles ont dû se déposer dans les eaux tranquilles de la troisième phase d'inondation.

Région méridionale. — Les constatations à faire dans cette partie du lambeau de Nalinnes sont nombreuses, je n'en citerai que quelques-unes qui suffiront, j'espère, pour donner une idée exacte de la constitution des amas tertiaires.

Un puits creusé dans une briqueterie située le long de la route de

(1) Des amoncellements de blocs métriques de grès peuvent s'observer, sur la rive droite du ruisseau d'Ogette, au Nord du petit bois des Quatre Frères. On en rencontre aussi dans les berges du chemin de Walcourt à Gerpinnes, à 1200 mètres environ au Sud de cette dernière localité.

Walcourt à Gerpinnes, à 900 mètres au Nord-Est du clocher de Somzée et vers la cote 240, a rencontré les couches suivantes :

Quaternaire	*a.* Limon exploité pour faire des briques . .	$2^m.20$
Formation continentale (3e phase)	*b.* Argile grise et bleue.	2. 00

Ces argiles sont situées sur le prolongement de celles qui ont été exploitées souterrainement à 800 mètres au S.-E. le long du chemin de Thyle Bauduin à Somzée,

Formation continentale (2e phase)	*c.* Sable fin argileux faiblement glauconifère .	$1^m.50$
Frasnien	*d.* Calcaire bleuâtre veiné de blanc	

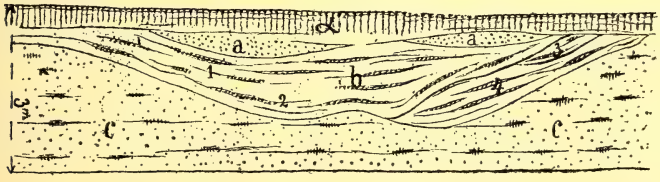
On observe encore ici l'absence du Bruxellien. Ce n'est que plus à l'Ouest que cet étage réapparaît, ainsi que le montre un sondage pratiqué au bord de la chaussée de Charleroi à Philippeville, à 1500 mètres au Nord du clocher de Somzée vers la cote 240, sondage dont voici la coupe :

Quaternaire	1° Terre végétale	$6^m.70$
	2° Limon gris jaunâtre.	
	3° Limon panaché de gris	
	4° Limon panaché argileux	
	5° Limon argilo-sableux avec concrétions siliceuses	
Bruxellien	Sables vert foncé graveleux avec cailloux de silex noirs luisants. Ces sables étaient boulants.	

Sur le plateau de Gourdinnes, les sables bruxelliens paraissent reposer sur le landenien en transgressant sur la limite de ce dernier et ces assises se continuent dans ces conditions par le bois de Baconval jusqu'au Nord de Thy-le-Château, où elles ont été exploitées dans de vastes sablières.

M. Briart (1) a publié une coupe que j'avais levée en 1882 dans l'une d'elles. Mon interprétation étant différente de celle de ce géologue, je crois utile de la reproduire. L'altitude du sol y est de 218 mètres.

Fig. 5.

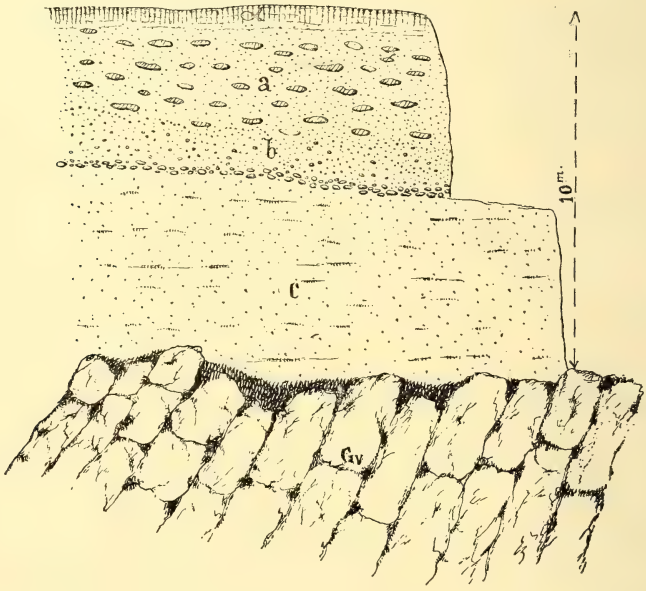


(1) Briart, *loc. cit.*, p. 38.

Dépôt des pentes	α. Terre végétale sableuse. *a*. Sable jaunâtre provenant du coulage des sables bruxelliens voisins.
Formation continentale (3e phase)	*b*. Masse argileuse, dans laquelle on distingue : 1° argile bariolée, noire, bleue, blanche, rose et rouge; 2° argile sableuse avec lignite ; 3° argile noire et bleue ; 4° argile grise. Ces argiles s'étendaient vers le Sud et ont donné lieu autrefois à des exploitations de terre plastique.
Landenien	*c*. Sables blancs et jaunes glauconifères.

A 300 mètres environ à l'Ouest du point précédent, on peut observer la superposition suivante dans l'une des parois de la sablière Walbrecq :

Fig. 6.



Détritique	α. Terre végétale sableuse avec cailloux siliceux.
Bruxellien	*a*. Sable argileux faiblement glauconifère avec concrétions et plaquettes siliceuses altérées, présentant, lorsqu'on les brise, des moules de fossiles tels que *Cytheræa* (sp.) et *Lucina Volderiana*. *b*. Sable grossier et graveleux, vert plus ou moins foncé, avec petits cailloux de quartz blanc et de silex noirs vernissés.
Landenien	*c*. Sables jaunâtres, blancs et roux, faiblement glauconifères.

Ces couches reposent sur le calcaire de Givet, dont les têtes de bancs sont moutonnées et montrent des perforations de pholades. On ren-

contre également, dans les anfractuosités de ces calcaires, des argiles fortes et des sables verts phosphatés : vestiges d'assises crétacées.

Ces deux coupes, voisines l'une de l'autre, montrent l'indépendance et la postériorité des dépôts argileux *b* (fig. 5) produits pendant la troisième phase continentale tertiaire. Ce sont les mêmes relations stratigraphiques que celles que nous avons constatées à Lausprelle et à la colline de Saint-Pierre à Gerpinnes.

Région occidentale. — Dans cette partie du lambeau de Nalinnes, les sables tertiaires couronnent les hauteurs de la rive droite de l'Eau d'Heure, et on peut les suivre d'une façon continue depuis Thy-le-Château jusqu'à la poudrière des Haies de Marcinelle.

Nous venons de voir que des vestiges d'assises crétacées existaient à Thy-le-Château. Les travaux effectués en 1888 par la commune de Berzée au hameau du Trieu des Sarts pour l'établissement de sa distribution d'eau m'ont permis de faire la même constatation.

Une tranchée creusée au Sud du hameau vers la cote 295 pour l'abduction des eaux a successivement rencontré les assises suivantes :

	a. Limon des pentes	$0^m.30$
Senonien.	*b.* Argile verte avec traces de craie blanche. Elle renferme des nodules de pyrite, des spongiaires et des polypiers. (*Porosmilia ?*) . . . Cette argile est connue dans le pays sous le nom de Deffe. M. Briart a établi qu'elle était le résidu d'altération d'assises sénoniennes .	$1^m.00$ à $1^m.50$
Nervien.	*c.* Sable vert foncé, argileux, graveleux et passant en certains points à un véritable gravier formé de grains de quartz, de silex verdis et de craie. J'ai recueilli à ce niveau les fossiles dont voici la liste (1) :	

Ptychodus (sp.)
Odontapsis appendiculatus, Ag.
Corax falcatus, Ag.
Anomœodus (sp.)
Rhyncolhitus Debeyi, Müll.
Ostrea (sp.)
Ostrea flabelliformis, Nils.
» *sulcata*, Blum.
» *lateralis*, Nils.
» *haliotidea*, Sow.
Spondylus (sp.)
Janira striacostata, Goldf.
Pecten (sp.)
Rhynchonella plicatillis, Sow.
Cidaris subvesiculosa, d'Orb.
Eugenocrinus Hagenovi, Goldf.
Fragments de pattes et de carapaces de crustacés.
Bryozoaires.
Serpula.

d. Les couches précédentes reposaient sur le poudingue à ciment clair, les psammites à végétaux et les roches rouges de l'étage Rouillonien formant le plancher de la tranchée.

(1) Je dois la détermination de ces fossiles au bienveillant concours de M. le professeur Daimeries.

Si l'on traverse le hameau, on constate, à l'entrée du Bois du Saucy et vers la cote 207 mètres, une sablière abandonnée, dans laquelle on voit des traces de sables fins, jaunâtres, argileux, pouvant se rapporter au Landenien et plus au Nord, c'est-à-dire vers la cote 212, des sables rougeâtres, glauconifères, contenant les concrétions siliceuses typiques du Bruxellien.

On retrouve des dépôts analogues près du hameau de Fontenellle, au Nord de la vallée du ruisseau du moulin de Nalinnes. Ils peuvent s'observer dans le chemin creux qui monte du hameau susdit vers la route de Ham-sur-heure à Nalinnes. A la base de la tranchée, c'est-à-dire vers la cote 203 mètres, on voit des argiles fortes, verdâtres avec des traces de craie blanche surmontées de sables argileux, sur lesquels reposent les sables glauconifères à concrétions siliceuses du Bruxellien, qui ont été exploités vers le sommet de la colline.

Aux environs des Haies de Nalinnes et du Noirchien les sables tertiaires sont recouverts de terrain quaternaire et difficilement observables. Ils sont aquifères et donnent lieu à une nappe d'eau formant les sources du Pétria et du chemin du cimetière. C'est dans cette nappe que les puits domestiques de ces hameaux s'alimentent. Ainsi le puits creusé aux Haies dans la brasserie de M. Houyoux, vers la cote 225, après avoir traversé 4 mètres de limon quaternaire, avec argile à la base, a rencontré $1^{m}.50$ de sables faiblement glauconifères et boulants et s'est arrêté sur des grès.

Ces grès sont-ils des blocs tertiaires, ou bien faut-il les rattacher aux roches coblenciennes? C'est ce que je n'ai pu savoir. L'altitude du contact dans cette dernière hypothèse serait de $224^{m}.50$, ce qui conduirait à admettre l'existence en ce point d'un haut fond. La cote du plan d'émergence des sources dont j'ai parlé étant de 210 mètres, qui doit être celle du contact, je suis porté à croire que les grès du fond du puits sont tertiaires.

De puissantes érosions ont creusé la vallée du ruisseau du Pétria qui se dirige vers l'Ouest et celle du ruisseau du Noirchien qui se dirige vers l'Est, en ne laissant qu'une étroite crête de partage par laquelle le lambeau de Nalinnes se prolonge vers le Nord dans la région connue sous le nom de Bruyère de Marcinelle.

De vastes sablières y sont en exploitation; elles ont été signalées et décrites en 1887 par M. Rutot (1) et en 1888 par M. Briart (2).

La coupe suivante levée dans la sablière qui se trouve au Sud du

(1) Rutot. *Notes sur quelques coupes éocènes de la vallée de la Sambre.* (Bull. Soc. belge de Géol., t. I, p. 204.)

(2) Briart, *loc. cit.*, p. 32.

magasin de la poudrière, vers la cote 215, donne une idée précise de la composition des couches tertiaires de ce plateau.

Moderne.	*a.* Sable avec débris végétaux. (Terre de bruyère.)	
Bruxellien.	*b.* Sables altérés rubanés, gris, rouges et roux. *c.* Sables gris, glauconifères, à concrétions siliceuses fréquemment altérées. Les concrétions se présentent en bancs subcontinus vers le bas de la couche. On y voit des moules de fossiles.	$4^m.50$
	d. Sables grossiers à petits grains de quartz blanc laiteux passant insensiblement et sans trace de ravinement à l'assise suivante	1. 50
Formation continentale. (2e phase).	*e.* Sables non glauconifères avec traces ligniteuses minces . . . . . . *f.* Sables argileux rouges	2. 50
	g. Argile provenant de l'altération des schistes houillers bien visible près de la laverie des sables. Comme le fait remarquer M. Rutot, l'affleurement de cette argile s'indique superficiellement par un jalonnement de sources et de fondrières.	

Les grès à surfaces mamelonnées, qui font défaut aux environs de la poudrière, se retrouvent dans le bois du Prince, sur les hauteurs qui dominent la vallée du Borgnery.

Le contact des assises sableuses sur le terrain houiller est bien observable dans les berges de la route de Nalinnes à Marcinelle près de la maison de M. Fletz. Voici une coupe de ce contact, prise vers la cote 200 :

a. Terre végétale.	$0^m.50$
b. Argile sableuse . . . . . . *c.* Argile sombre avec traces charbonneuses . . . . . . *d.* Argile grise avec fragments de schistes	1 .20
e. Schistes du houiller inférieur.	

Un peu au Sud de ce point une sablière montrait la succession suivante :

	a. Terre végétale	$0^m.40$
Bruxellien.	*b.* Sables avec concrétions siliceuses fortement altérées	1. 60
Formation continentale (2e phase).	*c.* Sables avec linéoles noires ligniteuses non glauconifères . . . . . . *d.* Sables argileux rougeâtres ferrugineux . .	1. 80
	e. Argile.	

Les glissements sont manifestes sur certains versants du plateau de la Bruyère de Marcinelles et ces phénomènes expliquent les transgressions des sables supérieurs que l'on retrouve en certains points à une altitude inférieure à celle de leur gisement originel.

RÉGION CENTRALE. Pour compléter l'aperçu géologique du lambeau de Nalinnes, il me reste à faire connaître la constitution de sa partie centrale.

Les assises tertiaires de cette région sont des mieux caractérisées au village même de Nalinnes, où elles ont été largement entamées par diverses sablières signalées par M. Briart (1). Je n'ai rien à ajouter à la description qu'en a faite cet éminent géologue, il me suffira de rappeler qu'en cet endroit et particulièrement à la sablière des Monts (cote 210) on peut observer la superposition des sables bruxelliens à des assises fossilifères appartenant au Landenien marin. Celles-ci reposent sur les terrains primaires, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un limon infratertiaire, ou parfois par l'interposition de lambeaux de terrains crétacés fortement altérés, ainsi que je l'ai signalé au hameau de Fontenelle et au Trieu des Sarts.

La route de Charleroi à Philippeville traverse le lambeau du Nord au Sud dans sa plus grande largeur. Dans ce parcours les assises tertiaires sont presque partout recouvertes soit par le limon quaternaire, soit par les dépôts des pentes, aussi les observations superficielles y seraient peu intéressantes si la ville de Charleroi n'avait fait exécuter d'importants travaux pour l'établissement d'une distribution d'eau. Une galerie drainante dont l'orifice se trouve à la cote 180, près de l'entrée du parc du château de Loverval, a été creusée sous cette route en se dirigeant vers le Sud jusqu'au hameau du Bultia.

Cette galerie, ainsi que les nombreux puits qui ont servi à l'établir, fournissent de précieuses données sur la constitution géologique de cette région.

J'ai pu dresser la grande coupe de la planche II en coordonnant les données, parfois incomplètes et fort vagues, recueillies lors de l'exécution des travaux et conservées par le service des eaux de Charleroi.

PL. II. — FIG. 3.

Coupe géologique suivant la galerie drainante de la distribution d'eau de Charleroi.

LÉGENDE :

Houiller inférieur	*a.* Schistes, grès, psammites et phtanites. *b.* Argile provenant de l'altération des schistes houillers.

(1) BRIART, *loc. cit.*, p. 34.

— *Note sur une faune marine landenienne dans l'Entre-Sambre-et-Meuse* (Ann. Soc géol. Belg., t XVII, p. 259.)

Calcaire carbonifère	*c.* Calcaires divers fréquemment fissurés. Les indications que j'ai pu recueillir sur ces calcaires sont peu nettes et peu précises. Il n'est pas douteux qu'ils font partie de la bande de Loverval et cette analogie permet de les rattacher à l'étage viséen.
Coblencien moyen	*d.* Schistes, grauwacke et grès séparés des calcaires précédents par la faille du midi ;
Landenien marin	*e.* Sable glauconifère et gravier ;
Formation continentale (2e phase)	*f.* Sables avec blocs de grès ;
Bruxellien	*g.* Sables avec grès calcareux fossilifères.

Voici la coupe de quelques-uns des puits. Je fais remarquer qu'ils sont actuellement ou abandonnés ou muraillés. Je n'ai donc pu y faire d'observation directe. D'un autre côté les données que j'ai recueillies sont parfois vagues et insuffisantes pour établir une détermination précise, je ne puis donc présenter l'interprétation de ces coupes qu'avec les plus formelles réserves.

Puits n° 34, situé près de la maison Pirmez au-Bultia.

(cote 231m.91.)

Quaternaire	1. Terre végétale limon gris et jaune . . .	3m.00
Bruxellien	2. Sable jaunâtre glauconifère, 3. Sables calcareux avec bancs de grès calcareux . fossiles { *Lucina Volderiana.* . . . ; *Bryozoaires* . . . . . } 4. Sables avec petits cailloux roulés de quartz blanc et de silex noirs luisants	10. 25
Landenien	5. Sable vert foncé	1. 50
Formation tertiaire	6. Argile d'altération	
Coblencien	7. Grès et schistes.	

Puits n° 28, situé à 550 mètres au Nord du puits 34.

(cote 225m.95.)

Quaternaire	*a.* Terre végétale . . . . . Limon jaunâtre et gris	3m.60
Bruxellien	*b.* Sable calcareux gris avec bancs de grès calcareux fossilifères	5. 10
	c. Sable graveleux avec cailloutis	0. 30
Landenien	*d.* Sable avec gravier à la base	1. 12
Coblencien	*e.* Grès.	10. 00

Puits n° 27, situé à 195 mètres au Nord du puits 28.

(cote 224m.50.)

Quaternaire	*a.* Terre végétale . . . . . Limon argileux et sableux	4m.60
Bruxellien	*b.* Sable calcareux gris avec grès calcareux . .	3. 30
	c. Sable avec grès gris	1. 50
Formation continentale (2e phase)	*d.* Sable avec gravier	3. 80
Coblencien	*e.* Grès et schistes.	15. 60

Puits n° 26, situé à 509m.60 au Nord du puits 28.

(cote 221m.75.)

Dépôt des pentes	Terre végétale . . . . . Limon mélangé d'argile.	1m.80
Bruxellien	*a.* Sables avec gravier	1. 00
Coblencien	*b.* Argile reposant sur des schistes foncés et grauwacke	19. 50

Une accumulation de blocs de grès devant appartenir à la deuxième phase continentale semble exister au Nord du puits 25 et s'étendre jusqu'au puits n° 23. Des grès semblables ont déjà été signalés au puits n° 27. On retrouve superficiellement ces mêmes blocs à l'Ouest de la route, dans la partie du bois du Prince située sur le revers de la colline vers le ruisseau de Borgnery.

Un sondage effectué au Sud du hameau du Bultia a montré la succession suivante :

Quaternaire	1. Limons divers	4m.10
Bruxellien	2. Grès calcarifères en bancs alternant avec des sables calcareux	9. 00
Landenien	3. Sable vert	1. 00
Coblencien	4. Grès primaire	

J'ai pu déterminer l'extension du lambeau de Nalinnes et son raccordement aux affleurements de Lausprelle par un sondage qui a été effectué à l'Est de la ferme de la Bierlaire, à la cote 230.

Quaternaire	1. Terre végétale . . . . . Limon gris jaunâtre . . . . . Limon panaché de gris	4m.30
	Limon gris passant à du limon bleu . .	1. 50
	Argile	0. 50
	Argile devenant sableuse	
Bruxellien	2. Sables glauconifères, dans lesquels on a arrêté le sondage.	0. 70

LAMBEAU DE TRY DES HAIES

Un petit lambeau tertiaire, entièrement isolé, s'étale sur le sommet de la colline sur laquelle est bâti le hameau de Try des Haies.

Les sables glauconifères bruxelliens avec concrétions siliceuses y recouvrent des sables fins non glauconifères avec blocs de grès à surfaces mamelonnées, épars à la superficie et observables en divers points du versant Nord de la colline.

Ces assises sableuses ont été traversées par les puits 15, 16 et 17 de la coupe (fig. 3, Pl. II), sur une épaisseur de 7 à 8 mètres. Elles reposent vers l'altitude 200 sur les roches du Houiller inférieur, par l'intermédiaire d'une couche d'argile d'altération, bien visible au Nord du hameau,dans la berge de la route de Philippeville,

LAMBEAU DE LOVERVAL

Le lambeau de Loverval termine au Nord les dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Ils ont été décrits par M. Rutot (1) et par M. Briart (2). Je n'aurais rien à ajouter à ce qu'en ont dit ces géologues, si dans ces derniers temps l'attention n'avait été éveillée par des découverte faites à Bouffioulx sur la rive gauche du ruisseau d'Henzinnes,où l'on rencontre,dans les anfractuosités du Calcaire carbonifère, des dépôts crétacés, surmontés de formations marines landeniennes, au-dessus desquelles se trouvent des dépôts bruxelliens.

La proximité de ces dépôts de Bouffioulx, qui ne sont séparés de ceux de Loverval que par la vallée, pouvait amener certain doute sur l'âge des sables blancs avec grès à surfaces mamelonnées qui se rencontrent à Loverval sous les sables bruxelliens.

J'ai parcouru, au commencement de cette année, les sablières du plateau de Loverval avec l'espoir d'y rencontrer des éléments nouveaux synchroniques de ceux de la rive droite; mais l'état des exploitations ne m'a permis d'y faire aucune constatation nouvelle. D'autres explorations seront peut-être plus heureuses, car il est possible qu'on découvre dans cette région sous les assises connues, l'assise

(1) Rutot, *loc. cit.*, p. 192.
(2) Briart, *loc. cit.*, p. 28.
(3) Van Scherpenzeel Thim. *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. VII, p. xcvi.
Dewalque, *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXIII, p. 67.
Mourlon, *Bull. Soc. Malacologique.*
Vincent, *Bull. Soc. Malacologique*, t. XXIX.

landénienne marine signalée par M. Vincent, reposant sur des lambeaux crétacés. C'est du reste la succession d'étages que nous avons reconnue à Nalinnes.

CONCLUSIONS

La proposition principale que je pense pouvoir établir comme conséquence du travail précédent c'est qu'il existe aux confins Est et Sud du **plateau de Nalinnes** une suite de *dépôts lacustres et fluviaux qui se sont produits pendant la troisième phase d'exondation de l'ère tertiaire*. Ces dépôts, absolument indépendants des formations éocènes que nous avons vues si complétement développées dans toute la région occidentale et centrale du plateau de Nalinnes, sont nettement limités par une ligne sinueuse s'étendant d'Acoz à Thy-le-Château en passant par Tariennes et Somzée. Je me propose d'établir dans la deuxième partie de ce travail leur zone d'extension vers le Sud et montrer qu'on peut les suivre à travers l'Entre-Sambre-et-Meuse jusqu'au plateau de Rocroy.

LES EAUX D'ALIMENTATION

DE

LISBONNE

PAR

Paul Choffat.

SOMMAIRE.

AVANT-PROPOS.

I. — *Eaux des alluvions, Eaux du Tertiaire et Eaux thermales de Lisbonne.*

A. Dépôts superficiels.
B. Tertiaire fluvio-marin (Pliocène. — Miocène. — Eaux profondes du Tertiaire. — Conglomérats lacustres. — Composition).
C. Formation basaltique.
D. Eaux thermales.

II. — *Eaux des terrains crétaciques.*

A. Crétacique dans l'enceinte de la ville.
B. Eaux des Aguas-livres. — (Diverses provenances. — Modifications pendant le parcours. — Comparaison à différentes époques. — Température).

III. — *Eaux du Jurassique.*

IV. — *L'eau livrée au consommateur.*

Variations suivant les saisons. — Influence pluviométrique sur la composition. — Température. — Qualités hygiéniques. — Quantité d'eau par habitant.

Considérations finales et tableaux comparatifs.

AVANT-PROPOS

Pendant ces dernières années, les eaux de Lisbonne ont attiré l'attention de divers observateurs. Ce furent d'abord, en 1893, quelques remarques sur la température du sol et des sources ordinaires et thermales de Lisbonne, publiées par l'auteur de ces lignes (1), puis, à peu près simultanément, des considérations historiques et techniques par M. *A. Pinto de Miranda Montenegro*, ingénieur de l'État auprès de la Compagnie des eaux, et par M. *J. F. N. Delgado* (2); des études bactériologiques, encore inachevées, par le Dr. *Camara Pestana* (3) et une étude chimique par le Dr. *H. Mastbaum* (4).

C'est cette dernière publication que nous aurons surtout en vue dans le travail qui suit.

Elle comprend les parties suivantes :

Avant-propos, par R. Larcher Marçal, directeur de la station chimico-agricole de Lisbonne.

Résumé des conditions hydro-géologiques de la ville de Lisbonne, par Paul Choffat.

Mémoire sur l'alimentation d'eau de la ville de Lisbonne, par le Dr. H. Mastbaum.

Ce dernier mémoire est divisé en trois chapitres : 1° Histoire de l'alimentation de Lisbonne, 2° État actuel de l'alimentation et 3° Étude analytique des eaux.

Nous ne résumerons que ce qui intéresse spécialement le géologue, tout en entrant parfois dans plus de détails que n'en contient l'ouvrage précité.

Lisbonne est alimenté par des eaux de trois provenances : celles qui

(1) *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal.* — Lisbonne, Ministère des travaux publics, etc. 1893, 8°, 136 p., 1 pl.

(2) *Revista de Obras publicas e minas*, Lisboa, 1893, p. 455; 1894, p. 72 et 174 et 1895, p. 334 et 472.

(3) *Revista de medicina e cirurgia*, 1894.

(4) *Boletim da Direcção geral de agricultura*. 6º anno, nº 1, gr. 8°, 175 p., 4 pl. — Lisboa, Imprensa national, 1895.

naissent dans l'enceinte de la ville, celles qui y sont amenées depuis le N.-O. (eaux des Aguas-livres) et celles qui viennent du N.-E., ou eaux d'Alviella.

Les premières proviennent des alluvions, des terrains tertiaires et en faible quantité du Crétacique. Les deuxièmes sont fournies en partie par des sources naissant dans les conglomérats lacustres et la nappe basaltique, et, en proportion beaucoup plus forte, par des sources naissant dans le Crétacique. Enfin, les troisièmes proviennent d'une source ayant une longue circulation à travers les terrains jurassiques.

M. Mastbaum ayant en vue l'hygiène, examine les eaux d'après leur provenance, tout en suivant autant que possible l'ordre chronologique. Notre point de vue étant différent, nous diviserons les sources d'après l'âge des terrains qui leur donnent naissance, tout en maintenant le groupement par provenances.

M. Mastbaum donne pour presque toutes ses analyses la *composition élémentaire* (résultats directement obtenus), et la *composition systématique*, ou combinaison des éléments en sels, obtenus par le calcul. Afin de ne pas donner trop d'étendue à ce travail, je n'ai porté que cette dernière donnée aux tableaux comparatifs qui terminent cette notice. Assurément, ces calculs sont en partie hypothétiques, mais ce désavantage disparaît du moment que c'est la même personne qui a calculé la recomposition en sels pour toutes les analyses que l'on compare. J'ai du reste fait de nombreuses références aux nombres indiquant les corps simples.

Les *poids* sont indiqués en milligrammes; j'ai en général supprimé la décimale, indiquée par l'auteur. Lorsque je parle de *résidu* il s'agit toujours du résidu d'un litre, desséché à 150°.

I

EAUX DES ALLUVIONS, EAUX DU TERTIAIRE, ET EAUX THERMALES DE LISBONNE.

Sous le rapport de la provenance, ces eaux appartiennent à deux catégories, celles qui naissent dans l'enceinte de la ville, et les eaux de la nappe basaltique et des conglomérats lacustres, amenées en ville par l'aqueduc des Aguas-livres, mélangées aux eaux de la contrée de Bellas. Nous leur donnerons la désignation de: eaux de la contrée de Porcalhota.

M. Mastbaum a en outre pris en considération quelques sources tertiaires de la rive gauche du Tage.

Nous distinguerons les groupes stratigraphiques suivants :

Dépôts superficiels et alluvions. — Lisbonne.
Pliocène. — Rive gauche du Tage.
Miocène. — Lisbonne et rive gauche.
Conglomérats lacustres (Oligocène). — Lisbonne et Porcalhota.
Nappe basaltique. — Lisbonne et Porcalhota.

OROGRAPHIE DE LISBONNE

Jetons d'abord un coup d'œil sur l'orographie de Lisbonne.

La ville de Lisbonne est construite sur une voûte parallèle au Tage (1), formée par un noyau de terrains crétaciques, recouverts en majeure partie par les strates tertiaires, qui offrent trois divisions principales : la formation basaltique, les conglomérats lacustres et le Tertiaire marin.

De nombreux ravins transversaux coupent partiellement cette voûte pour apporter leur tribut au Tage, mais un seul, la vallée d'Alcantara, la traverse complétement en l'entaillant profondément, et par conséquent en mettant à découvert les strates les plus profondes.

Le terrain situé à l'Ouest de cette vallée est en majeure partie recouvert par la formation basaltique, dont les déchirures laissent par places apparaître le Crétacique, mais on n'y voit pas de strates supérieures au basalte.

Dans la partie située à l'Est du val d'Alcantara, le Crétacique et le Basalte ne forment que deux affleurements de faibles dimensions (Rato et Valle-de-Pereiro), tandis que la presque totalité est couverte par le Tertiaire marin.

Nous ferons notre examen en procédant des terrains les plus récents aux plus anciens.

A. — Dépôts superficiels.

Ces dépôts sont de deux catégories, essentiellement différentes. Les uns sont les *dépôts meubles sur les pentes*, formés par le ruissellement de l'eau pluviale, tandis que les autres sont des dépôts fluvio-marins, déposés par le Tage. Tous deux sont généralement recouverts par des remblais de toutes sortes, dus à l'action de l'homme.

La nature et l'épaisseur des dépôts des eaux sauvages dépendent

(1) Pour plus de détails, voyez : Choffat, *Étude géologique du Tunnel du Rocio, contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne*, 1889, p. 63.

naturellement de la nature du terrain auquel ils sont empruntés. Dans la rue da Bica de Duarte-Bello, qui est un thalweg, on a pu observer en 1891, lors du creusement des canaux, $0^m.50$ à 1 mètre de remblais reposant sur un sable argileux, découvert par places jusqu'à la profondeur de 2 mètres à $2^m.50$, et montrant jusqu'à la base de rares coquilles terrestres actuelles et quelques fragments de tuiles, sans quoi on aurait facilement pu le confondre avec certains bancs du Miocène, qui présentent le même aspect.

Il est évident que ces dépôts poreux, de même que les remblais, jouent le rôle d'éponges, régularisant l'écoulement de l'eau, laquelle a le temps de se charger des impuretés qu'ils contiennent.

Les *anciennes alluvions du Tage* jouent un rôle hydrographique encore plus important, aussi bien sur ses rives que surtout dans les estuaires que ce fleuve formait jadis à l'emplacement actuel du Rocio et dans le val d'Alcantara.

Des sondages effectués dans cette dernière vallée ont montré que ces dépôts remontent à l'époque quaternaire; il en est probablement de même au Rocio, où ils ont continué à s'accumuler jusque dans les temps historiques. Enfin, le tremblement de terre de 1755 vint fournir suffisamment de matériaux pour un nivellement définitif de cette vallée.

Les puits s'alimentant aux alluvions du Tage peuvent être groupés en trois catégories :

a) De nombreux puits sont foncés dans les limons déposés par le Tage sur ses rives, et dans l'ancien estuaire s'étendant de la place du Commerce au théâtre de D. Maria. Leur profondeur varie de 3 à 10 mètres, sans que ces différences soient en rapport avec les différences de température de l'eau, ni avec le rapprochement ou l'éloignement des bords de l'estuaire. Quoique l'étude de ces eaux soit à peine ébauchée, il paraît certain qu'il y a plusieurs nappes d'eau dans ces alluvions, et que quelques puits les traversent complétement pour atteindre les strates tertiaires.

b) Les puits qui sont le plus rapprochés de la rive actuelle, entre la place du Commerce et la rue de S. Bento, sont caractérisés par une forte teneur en acide sulfhydrique (1). Ils paraissent correspondre à la zone de plus grande épaisseur des limons du Tage, mais ici encore, il faut avouer que les renseignements sur les terrains rencontrés lors du fonçage des puits sont absolument insuffisants et qu'il est difficile

(1) P. Choffat. *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales*, p. 46 à 52.

d'expliquer la présence de sources sulfhydriques à quelques pas de sources d'eau potable.

On peut évoquer la présence de courants souterrains descendant des collines tertiaires, mais il est évident que des observations rigoureuses seraient préférables à des hypothèses. Ces observations ne pourront être faites qu'occasionnellement.

c) La partie inférieure de la vallée d'Alcantara présente des alluvions marines, d'âge quaternaire, recouvertes par les dépôts des eaux sauvages.

Dans l'étude du tunnel du Rocio, j'ai fait connaître les résultats d'un sondage exécuté dans la fabrique de glace, à 350 mètres de la rive du Tage. Ce sondage avait été arrêté par un accident, mais un nouveau sondage, postérieur à cette publication, a confirmé les résultats du premier, et a montré que ces alluvions marines ont une épaisseur d'environ 19 mètres et atteignent la profondeur de $16^{m}.50$ au-dessous des plus basses eaux du Tage.

Ces alluvions sont formées par des bancs de sable alternant avec des bancs de limon ; elles contiennent une quantité d'eau considérable, qui, à ce que l'on m'affirme, subit l'effet des marées. Je rappellerai que l'eau douce contenue dans du sable fin peut être en contact avec l'eau salée, et refoulée par cette dernière à chaque marée, sans qu'il y ait mélange des deux liquides : fait connu depuis fort longtemps, mais trop souvent oublié.

Plusieurs puits utilisent l'eau de cette nappe. C'était certainement le cas pour le puits, actuellement détruit, du Largo-dos-Tanques, à 250 mètres en aval du sondage de la Compagnie frigorifique. D'autres, situés plus haut, sont probablement aussi dans le même cas, par exemple celui de Ponte-Nova ; mais il faut faire exception pour celui de la « fabrica de chitas », car étant sur les bords de la vallée, et non pas dans la partie basse, il attaque directement le Crétacique.

Je ne connais pas les conditions géologiques des puits du Calvario et de Ponte-d'Algès, mais selon toutes probabilités, ils se trouvent aussi dans les alluvions marines.

M. Mastbaum a analysé les eaux de quinze puits de la partie basse de la ville, elles contiennent toutes une énorme quantité de matières dissoutes, principalement des chlorures, des nitrates et des sulfates.

Le poids du résidu desséché à 150° varie entre 1721 et 5358 milligrammes par litre.

Les eaux de ces puits avaient été en partie analysées en 1886 par le Dr Emmerich (1), qui, les comparant aux eaux des autres villes de

(1) *Archiv für Hygiene*, 1886, et *Jornal de pharmacia e chimica*, 1887, p. 28, 59 et 140.

l'Europe, ne trouvait que celles de Gibraltar montrant une pollution aussi forte. Elle était même plus forte à Gibraltar, car le résidu atteignait le poids de 11 grammes par litre.

Le Dr Emmerich attribuait la forte teneur en chlorure de sodium au voisinage de l'eau salée du Tage, tant par infiltration à marée haute que par l'eau salée entraînée par le vent. M. Mastbaum admet au contraire que cette teneur provient du lessivage des matières fécales contenues dans le sol. Comme preuve il fait remarquer que l'acide nitrique est de 50 à 100 fois plus abondant que dans l'eau de mer et que la relation entre le chlorure de sodium et l'acide nitrique se rapproche souvent de 1 : 0,6 et même de 1 : 0,8, relation observée généralement dans les eaux souillées par des matières fécales.

La composition des eaux de ces puits a subi de notables modifications pendant les six années qui séparent ces deux séries d'analyses. Le Dr Emmerich avait trouvé que les eaux des puits situés sur les arêtes ou sur les versants sont moins impures que celles des puits situés dans les thalwegs, M. Mastbaum démontre le contraire.

Il fait voir, en outre, que ces eaux de puits sont moins impures qu'en 1886. Les minima et maxima trouvés en 1886 sont de 3819 et 6898, ils sont actuellement de 1721 et 5358. Un seul puits fait exception, celui de la rue de Magdalena, n° 185, dont le résidu était de 3819 et qui est actuellement de 5038.

Comme causes de cette diminution générale d'impureté, l'auteur donne l'amélioration de la canalisation des égouts et les grandes quantités d'eau pure introduites dans la ville depuis l'achèvement de la canalisation d'Alviella.

On peut admettre que la forte proportion de chlorure de sodium ne provient pas uniquement des impuretés amenées quotidiennement dans le sol, mais qu'elle provient en partie de la salure primitive de ces alluvions. Dans ce cas on serait tenté d'admettre que la diminution de salure des eaux provient de ce que la salure du sol diminue de plus en plus, mais cette explication doit être mise de côté en considération du court espace de temps (six années) pendant lequel s'est produit un changement aussi considérable.

M. Mastbaum réunit comme sous-groupe s'alimentant dans le quaternaire, quatre puits dont l'eau est moins minéralisée. Ce sont les puits du Calvario et de Ponte-d'Algès, que j'ai mentionnés avec doute sous la rubrique C, et deux puits de la basse ville (rua da Prata, 8, et rua dos Capellistas, 53) dont la position ne me paraît pas différer des puits mentionnés en A.

Je croirais plutôt à une de ces bizarreries de distribution des eaux

dans les alluvions du Tage, analogue à celle qui amène des eaux fortement chargées d'acide sulfhydrique à se trouver à quelques pas de puits dont l'eau n'en présente pas.

Il est incontestable que certains puits reçoivent des infiltrations d'eau du Tage.

Le résidu de l'eau de ces quatre puits varie entre 678 et 1536 milligrammes (Calvario), cette dernière eau étant la plus chargée en nitrates et en ammoniaque de toutes les eaux de Lisbonne.

Je n'ai fait figurer au tableau comparatif que les eaux de cette dernière catégorie (rua da Prata, 8, et Pont-d'Algès), la minéralisation des autres ne pouvant pas être attribuée au terrain.

En 1855, l'ingénieur Pezerat évaluait le volume quotidien des eaux de puits à environ 4000 mètres cubes.

Ces eaux ont perdu leur importance depuis l'introduction des eaux de l'Alviella, et avec la diminution de leur emploi on observa une diminution de la mortalité due aux fièvres typhoïdes, qui depuis lors n'atteint plus la moitié de ce qu'elle était auparavant (1).

Cette mortalité augmenta de nouveau en 1892 et 1893, tout en restant dans les nouvelles limites, et cette proportion se maintenait en 1895, lorsque l'apparition d'une épidémie cholériforme fit décréter la fermeture de tous les puits. La mortalité diminua immédiatement, mais au bout de six mois, l'épidémie cholériforme ayant disparu, on cessa de veiller à l'exécution du décret, et il y eut immédiatement une nouvelle augmentation du nombre de décès dus aux fièvres typhoïdes.

Actuellement l'emploi de ces eaux est réglementé par la police sanitaire.

B. — Tertiaire fluvio-marin.

Le *Miocène* forme le principal niveau aquifère de Lisbonne. Comme nous l'avons vu, ses strates ne se sont conservées qu'à l'Est de la vallée d'Alcantara, et comme elles sont inclinées approximativement vers l'Est, elles sont d'autant plus récentes que l'on s'avance plus dans cette direction.

Les vingt mètres inférieurs sont principalement argileux, mais ils contiennent pourtant des lits perméables qui fournissent de l'eau : telle est la nappe de Campo d'Ourique, qui alimente Fonte-Santa.

Au-dessus de ce complexe inférieur se trouve une alternance de bancs marneux et d'assises de sable avec quelques couches calcaires ; disposition essentiellement favorable à la production des sources.

(1) A. da Silva Carvalho. *O encerramento dos poços e a febre typhoide em Lisboa.* (Boletim mensal da Delegação de saude do districto de Lisboa, 1895, p. 92.)

Ce massif miocène est entamé du côté Sud par de nombreuses vallées transversales, dont les principales sont le val de Chellas, celle qui s'étend de Rua nova da Palma à Arroios, et celle qui passe par la rue de Santo-Antão et S. Sebastião da Pedreira.

Les sources sont certainement nombreuses dans tout ce complexe, mais elles sont en général de peu de force, par suite même des nombreux captages dont elles ont été l'objet et de la quantité de puits établis sur tous les points de la ville.

Quelques sources à eaux courantes sont captées à une certaine hauteur sur le flanc des collines ou dans les vallées (val de Chellas, Xabregas, jardin de l'École polytechnique, Bica-Grande, etc.), un grand nombre se fait jour à la plage, à basse marée ; d'autres sont captées un peu plus haut : telles sont celles qui viennent se mélanger aux eaux thermales du groupe des Alcaçarias.

Je ferai une mention spéciale pour l'eau du Chafariz do largo do Andaluz, qui a souvent été mentionnée comme thérapeutique. Elle provient en majeure partie du trop plein d'un puits situé dans un jardin à l'Est de la rue de S. Sebastião da Pedreira, et en partie de deux petites sources naissant dans la galerie qui relie ce puits à la fontaine.

Sur la rive opposée du Tage, Fonte da Pipa et la source du Ginjal proviennent aussi du Miocène, tandis que les sources puissantes, dites Poço da Romaria, près de l'entrée de la Quinta d'Alfeite, proviennent d'une grande masse de graviers, en général argileux et ferrugineux, qui n'est pas représentée à Lisbonne, et qui appartient au *Pliocène*.

Eaux profondes du Tertiaire. — L'idée de la recherche d'eaux artésiennes dans le Tertiaire de Lisbonne est fort ancienne, et a été émise à plusieurs reprises ; nous la trouvons entre autres dans les écrits du baron d'Eschwege.

Elle a été mise en pratique sans beaucoup de succès à Praça da Figueira (Tunnel du Rocio, p. 28 et 65); par contre les résultats ont été plus favorables au Beato (rua direita do Grillo n° 29), à Xabregas, aux pontons de l'Arsenal de la marine et des bateaux à vapeur du chemin de fer du Sud, et dans tous les sondages d'étude du port de Lisbonne, effectués à l'Est de la Place du Commerce.

Dans les uns, l'eau jaillissait au-dessus du niveau du Tage; dans d'autres elle n'arrivait que jusqu'à une certaine hauteur. Au pont des vapeurs du chemin de fer du Sud (profondeur du forage : 38 mètres au-dessous de la surface du fleuve) l'eau sort naturellement du goulot à marée haute, tandis que l'on est obligé de se servir d'une pompe à

marée basse, ce que l'on ne peut attribuer qu'à la différence de pression exercée par le poids de l'eau suivant les marées.

Cette eau est remarquable par la constance de sa température, qui d'octobre 1892 à janvier 1893 était de 17°, 4, tandis que les puits des alluvions variaient de 17 à 19°, 2.

Conglomérats lacustres. — Ces strates, composées de graviers et d'argiles, sont à peu près réduites à zéro dans la ville de Lisbonne, ou du moins dans les parties de la ville où il est possible d'observer la superposition du Tertiaire marin au Basalte. Elles prennent par contre un grand développement au N.-E. de la ville, entre Campo-pequeno et Bemfica, où elles alimentent plusieurs puits. Quelques sources de cette région sont introduites dans l'aqueduc des Aguas-livres.

Composition des eaux tertiaires. — La composition des eaux provenant des strates tertiaires ne présente pas un groupe homogène, comme c'est le cas pour les eaux alluviales; ce qui tient aux différences de composition des assises tertiaires, et aux différentes proportions de l'infiltration des eaux superficielles.

Comme on doit s'y attendre, les eaux des thalwegs couverts d'habitations, comme le sont les rues des Anjos et de Arroyos, sont toutes polluées, les puits l'étant moins que les eaux courantes. Parmi les plus mauvaises nous citerons la source dite *Bica dos olhos*, réputée pour guérir les maladies des yeux (3880 milligrammes) et la fontaine de la place d'Andaluz (1383). Cette dernière eau passait aussi pour thérapeuthique, mais la comparaison de sa densité avec des observations faites en 1867 montre que cette eau a été contaminée à la suite de l'augmentation de la population ; ce qui est aussi le cas pour plusieurs autres.

Le val de Chellas étant peu habité, ses eaux sont en général exemptes d'infiltrations, il en est de même de quelques sources de la rive méridionale du Tage, qui sont en grande partie employées pour l'alimentation des navires.

Les tableaux III et III[a] de M. Mastbaum (1) nous donnent la composition élémentaire et la composition systématique de douze sources fortement polluées, provenant du Tertiaire, et les tableaux IV et IV[a]

(1) Ici, comme plus loin, les références aux tableaux de M. Mastbaum sont destinées au lecteur qui voudrait se reporter à l'ouvrage de l'auteur, mais j'ai reproduit les points principaux dans les petits tableaux partiels et dans les tableaux comparatifs, qui se trouvent les premiers dans le corps et les seconds à la fin de cette notice.

la composition de dix sources, ne l'étant que faiblement ou point du tout.

Nous n'ajouterons rien à ce que nous avons dit sur les sources polluées, puisqu'elles constituent un mélange d'eaux tertiaires et d'eaux superficielles.

Sur les dix sources du tableau n° IV, il faut en éliminer deux qui proviennent de la nappe basaltique : ce sont les puits du cimetière de Belem et la source de la campagne de S° Antonio, à Algès.

Nous reproduisons en abrégé l'analyse élémentaire de sept sources, comme exemple de différentes catégories, et nous faisons suivre ce tableau de quelques considérations tirées de l'ensemble des analyses de M. Mastbaum.

Nous donnons en outre au tableau comparatif A, les maxima et les minima de la composition systématique.

Sables pliocènes.

1. Sources dites : Poço da Romaria (Alfeite), au Sud du Tage.

Miocène.

2. Puits au val de Chellas (Quinta dos Peixes).
3. Source au Sud du Tage (Fonte-da-Pipa).
4. » » » (largo de Cacilhas).

Puits artésiens.

5. Ouvert dans le Miocène (Beato).
6. » dans le lit du Tage (Arsenal).
7. » » » » (bateaux à vapeur).

	1	2	3	4	5	6	7
Résidu à 150° . .	430	380	410	303	488	546	526
Chlore. . . .	131	50	72	40	72	95	82
Acide sulfurique . .	13	22	25	13	28	36	32
» nitrique . .	24	37	traces	8	traces	0	26
Chaux. . . .	69	104	76	77	152	54	57
Magnésie . . .	22	14	22	20	13	27	19
Silice, fer, alumine .	18	31	24	27	28	24	25
Oxydabilité. . .	4,9	1,2	5,9	1,4	1,8	1,7	1,8
Oxigène dissous C^3 .	4,06	6,16	5,99	6,93	2,45	1,30	1,61

La différence de minéralisation entre Fonte-da-Pipa et la fontaine de la place de Cacilhas, qui apparaît à peu de distance, étant due au chlorure de sodium, on est en droit de supposer qu'il s'agit de pollution par des matières organiques.

Cette explication n'est pas applicable à l'eau d'Alfeite, encore plus riche en chlorure de sodium (166), quoiqu'elle naisse au pied d'une colline à peu près inhabitée. Comme son point d'émergence est dans les alluvions au niveau du Tage, il faut admettre des infiltrations d'eau salée.

Les eaux artésiennes ont une minéralisation plus forte que celle des eaux courantes, et celles qui naissent sous le lit du Tage sont plus fortement chargées que celles du Beato (488 Beato, à 546 Arsenal).

Pour l'eau du Beato, l'excès provient surtout de sulfate (33) et de carbonate de chaux (248); sa teneur en chlorure de sodium est exactement la même que pour Fonte-da-Pipa (118), et on peut se demander si cette substance ne lui est pas communiquée par des matières organiques, tandis qu'on ne peut pas mettre en doute le mélange d'eau marine aux eaux des forages sous le Tage (chlorure de sodium 123 et 156).

Quoique les deux forages de l'Arsenal et du ponton des chemins de fer du Sud ne soient éloignés que d'une centaine de mètres et soient apparemment dans les mêmes conditions géologiques, leurs eaux présentent des différences singulières.

La première de celles-ci est plus minéralisée, elle contient plus de chlorure de sodium, plus de sulfate de soude et surtout plus de carbonate de magnésie, tandis qu'elle ne contient pas de nitrates, ce qui est le cas pour la deuxième.

Les eaux de ces deux forages contiennent une forte proportion de carbonate de soude (143 et 134), tandis que l'eau du Beato n'en contient presque pas.

Ce sel se présente par contre en assez fortes proportions dans les eaux tertiaires au Sud du Tage (42 à 66), et en faible quantité dans toutes les eaux de Lisbonne.

La *silice* varie entre 15 et 27, nous remarquons que c'est l'eau d'Alfeite qui en contient le moins, quoiqu'elle provienne de sable siliceux, par contre c'est cette eau qui contient le moins de *carbonate de chaux*.

C. Formation basaltique.

La nappe basaltique forme un complexe extrêmement variable d'un point à un autre, autant sous le rapport de la composition pétrographique que sous celui de l'épaisseur.

Elle est formée par une alternance irrégulière de tufs basaltiques, de basalte compacte et de marnes rougeâtres, et sa puissance qui, sur

quelques points, n'atteint pas un mètre, s'élève sur d'autres à plus de 250 mètres.

C'est un terrain fort propice à la recherche de l'eau, car le basalte compacte en contient une forte quantité par absorbtion (1), et il est en outre divisé par des fentes par lesquelles l'eau s'infiltre jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée soit par les lits de marne qui se trouvent à différentes hauteurs, soit encore, à sa base, par les marnes formant les strates supérieures du Crétacique.

Lorsque l'on a perforé la totalité des strates basaltiques sans trouver de l'eau, on peut considérer comme peine perdue d'entamer le Crétacique.

Dans l'intérieur de la ville, quelques puits traversent le Tertiaire fluvio-marin et atteignent la nappe basaltique. Tels sont les puits situés entre Estrella et la rue Saraiva de Carvalho, tels sont aussi les sondages de la Compagnie du gaz, à l'avenue de la Liberté, et celui de Sª Martha, foré par la municipalité.

Ce dernier a malheureusement été abandonné à la profondeur de 30 à 35 mètres, avant d'avoir atteint la base de la nappe basaltique.

Les sources provenant de cette formation sont fort nombreuses à l'Ouest de la vallée d'Alcantara. Celles de Belem se trouvent dans des terrains passablement habités, tandis que celles qui sourdent au Nord et à l'Ouest de ce quartier se trouvent en général dans des terrains de culture ne présentant relativement que peu d'habitations.

En outre de ces sources, qui ne sont conduites qu'à des distances relativement faibles et qui appartiennent à des particuliers, nous avons à mentionner de nombreuses sources introduites dans l'aqueduc des Aguas-livres. Elles naissent dans l'énorme affleurement basaltique formant un synclinal entre les voûtes crétaciques de Lisbonne et du Monsanto, au Sud, et de Bellas, au Nord.

Les tableaux V et Vª de M. Mastbaum contiennent la composition réelle et la composition systématique de huit sources ou puits situés à l'Ouest de la vallée d'Alcantara. Son tableau VIII nous renseigne sur les principaux éléments de six sources basaltiques de la contrée de Porcalhota.

(1) Le basalte compacte présente deux variétés par rapport à son absorption de l'eau, différence qui se fait sentir dans les pavés basaltiques de Lisbonne. Vus à une distance de quelques mètres, ils présentent à peu près la même couleur par un temps sec, mais par un temps humide les uns noircissent, tandis que les autres conservent le même aspect.

Or l'analogie de ces quatorze eaux est tellement grande que M. Mastbaum a cru y reconnaître un type unique pour les eaux basaltiques, et ce point de vue chimique lui a fait ranger dans le Miocène deux eaux de provenance basaltique : le puits du cimetière de Belem et la source de la Quinta de S° Antonio à Algès-de-Cima (1), portées au tableau IV.

Nous avons dônc l'analyse complète de dix eaux basaltiques et les principaux éléments de six autres, de la même catégorie.

Pour former le tableau suivant, qui résume ceux de M. Mastbaum, nous éliminons trois sources du tableau V, comme étant éminemment polluées (résidu 561 à 641, chlore 82 à 112, etc.) et portons les minima et les maxima des cinq autres au tableau de composition élémentaire et au tableau comparatif. Nous inscrivons aussi à ce dernier tableau la source de la Quinta de S° Antonio, tandis que celle du cimetière de Belem et celles des environs de Porcalhota ne figurent qu'au tableau analytique : la première parce qu'elle est polluée, et les autres parce que l'on n'en connaît que les principaux éléments.

	ENVIRONS DE		S. Antonio et cimetière de Belem
	Belem (5 eaux)	Porcalhota (6 eaux)	
Résidu à 150° . . .	354 à 502	274 à 393	361 — 542
Chlore	36 à 66	32 à 42	54 — 79
Acide sulfurique . .	6 à 46		18 — 21
» nitrique . . .	16 à 48	traces	26 — 79
» nitreux . . .	0	0	0 — 0
» silicique . . .	34 à 46		21 — 45
Oxyde de fer et alumine .	2 à 4		5 — 3
Chaux totale . . .	76 à 100	36 à 60	95 — 125
Magnésie totale . . .	45 à 99	36 à 49	30 — 40
Ammoniaque . . .	0	0	0 — 0
Oxydabilité . . .	1,3 à 1,7	1,2 à 1,8	1,8 — 2,4
Oxygène dissous, C^3 . .	5,92 à 6,88		6,62 — 7,20

Examinons d'abord le type ordinaire, représenté par onze eaux non polluées.

La minéralisation n'atteint pas 400 milligrammes dans les environs de Porcalhota (cinq sources entre 274 et 313, et 393 dans la

(1) Cette source est captée dans les eaux supérieures du basalte, dont les fentes sont remplies par des incrustations calcaires; en outre les marno-calcaires du Miocène ne sont éloignés que d'une centaine de mètres. Celle de Belem est éloignée de tout affleurement calcaire.

sixième), tandis qu'une seule source de Lisbonne est au-dessous de ce chiffre (354), les autres variant entre 418 et 502. La différence provient surtout de la chaux et de la magnésie, et non pas du chlorure de sodium comme on devrait s'y attendre, la contrée de Belem étant exposée aux vents salés du Tage, ce qui n'est pas le cas pour celle de Porcalhota.

M. Mastbaum s'exprime comme suit au sujet des eaux des environs de Belem :

« Ces eaux peuvent être considérées comme hygiéniques, pauvres en matières organiques, presque saturées d'oxygène et de minéralisation médiocre. Leur composition est assez variée; dans les unes, les terres alcalines se trouvent principalement sous forme de bicarbonates et dans d'autres sous forme de sels ne se précipitant pas par la cuisson (sulfates, nitrates et chlorures), mais toutes montrent une forte proportion de magnésie par rapport à la chaux.

Dans les groupes précédents, cette relation reste en général au dessous de 1 : 3 et n'atteint que rarement 1 : 2, tandis que dans les eaux basaltiques, elle dépasse considérablement cette dernière proportion et atteint 1 : 1,16 (Tapada da Ajuda). »

La proportion de magnésie est encore plus forte dans les eaux de la contrée de Porcalhota ; dans l'une des sources, les deux corps sont en proportion égale, et la magnésie prédomine même dans une autre.

La différence des eaux de la source de Quinta de Santo-Antonio et du cimetière de Belem avec les autres eaux basaltiques, consiste essentiellement en ce qu'elles contiennent davantage de carbonate de chaux 147 et 165 milligrammes). La proportion de la magnésie à la chaux est comme 1 : 3,1.

M. Mastbaum a analysé trois échantillons de roches de la formation basaltique pris à l'Ouest du Val d'Alcantara : 1° les marnes rouges, 2° les cristallisations remplissant les fentes du tuf basaltique, et 3° le basalte compacte. Dans la quatrième colonne, nous portons l'analyse d'un dépôt stalagmitique blanc, couvrant les parois de la galerie non revêtue de l'aqueduc « das Francesas », percé dans le basalte.

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Insoluble dans l'acide chlorhydrique	15,05	15,72	67,34	0,06
Oxyde de fer et alumine . . .	peu.	1,58	7,50	0,30
Carbonate de chaux . . .	80,38	71,32	4,74	96,20
Carbonate de magnésie . . .	1,36	7,26	14,86	3,06

Ces trois premières analyses nous montrent une différence notable dans la proportion de magnésie du basalte compacte et des marnes

basaltiques. Comme ce premier est plus abondant et s'imbibe facilement, tandis que les marnes sont imperméables, il est tout naturel qu'une forte proportion de magnésie soit la règle dans les eaux basaltiques, mais les exceptions peuvent s'expliquer par la prédominance locale des marnes.

D. — Eaux thermales.

Comme on ne connaît pas le point d'origine de ces eaux, il serait plus exact de les traiter dans un chapitre spécial, mais l'analogie chimique avec les eaux tertiaires et alluviennes me porte à les réunir dans le même chapitre.

Le château de Saint-Georges, à Lisbonne, est situé sur une colline miocène dont le pied méridional est séparé de la rive du Tage par des alluvions formant une bande étroite.

Des sources thermales naissent en partie au pied même de la roche, en partie dans les alluvions, quelques-unes de ces dernières étant couvertes à marée haute, tandis que les premières atteignent au maximum l'altitude de 4 mètres. Les marées ont de l'influence sur le débit des unes et des autres.

On trouvera des détails sur ces sources dans mes *Contributions à la connaissance des sources thermales* (1); je leur donne la désignation de groupe des Alcaçarias, ancien nom des principales sources.

On peut y reconnaître six sous-groupes, disposés sur une ligne courbe à convexité tournée vers la terre. Les deux extrémités de cette ligne : Chafariz d'El-Rei et Bica-do-Sapato sont distantes de 1010 mètres, tandis que la ligne de thermalité relativement accentuée, de Chafariz d'El-Rei au Largo da Fundiçâo, n'a que 550 mètres.

Ce sont les sources les plus rapprochées de la paroi de rochers qui présentent la plus haute température. En 1892, le maximum observé a été de 30°,9 mais d'après des observations antérieures, il aurait atteint 34°, ce qui tient peut-être à des variations annuelles attribuables au mélange plus ou moins grand d'eaux non thermales.

La température de 31°, correspondant à une profondeur minima de 440 mètres, ces sources sont alimentées par des eaux provenant de strates inférieures au Tertiaire. Il paraît incontestable qu'elles sortent par une dislocation du sol cachée par les alluvions, mais le mélange

(1) *Contributions à la connaissance géologique des sources minéro-thermales des aires mésozoïques du Portugal.* — Lisbonne, Ministère des travaux publics, etc. 1893, 8°, 136 p., 1 pl.

avec des eaux alluviales et les eaux des collines tertiaires se fait dans des conditions ne permettant pas l'isolement absolu de l'eau thermale.

Quelques-unes de ces sources alimentent des établissements thérapeutiques, d'autres sont employées pour l'alimentation de la ville, les unes directement, les autres étant refoulées dans un réservoir, lorsque les eaux venant du dehors sont insuffisantes.

Le débit des quatre sources utilisées par la Compagnie des eaux est évalué à près de 2.500 mètres cubes par 24 heures.

Ces eaux dégagent de nombreuses bulles de gaz auquel M. Mastbaum a trouvé la composition suivante :

Azote : 97,6, oxygène : 0,8, acide carbonique : 1,6.

Il a en outre analysé huit des principales sources. Cinq d'entre elles ont un résidu entre 436 et 538 milligrammes et les trois autres entre 733 et 1330. Ces trois dernières sont fortement polluées et contiennent de 26 à 244 milligrammes d'acide nitrique, tandis que quatre autres en contiennent de 0 à 5, et que la huitième en contient 15.

La forte minéralisation de ces eaux provient du carbonate de chaux et du chlorure de sodium ; ce n'est que dans deux des huit sources qu'il y a prédominance de ce dernier sel, ce que l'on est loin d'attendre de sources traversant les alluvions du Tage.

Nous avons porté au tableau deux des eaux les moins chargées, celle des bains de Baptista, sourdant au milieu des alluvions, et celles du Chafariz d'El-Rei, sourdant au pied du rocher, à l'altitude de 4 mètres. Il est fort curieux de constater que deux eaux de provenances aussi semblables, ayant un résidu total presque identique, peuvent autant varier dans le détail.

Un autre fait assez remarquable est la comparaison de l'analyse de l'eau du Tanque das Lavadeiras, faite en 1852 par J. M. *de Oliveira Pimentel*, avec celle faite quarante années plus tard par M. *Mastbaum*.

La somme des matières fixes n'a presque pas augmenté, 497 pour 516, mais la constitution s'est modifiée. Cette eau contient actuellement plus de chaux, de chlore, d'acide sulfurique et de silice, et moins de soude, de potasse, d'acide nitrique et d'acide carbonique. La même observation a été faite pour d'autres sources, comme nous le verrons plus loin.

Quelques sources de ce groupe ont une minéralisation beaucoup plus grande que jadis ; ce qui provient de pollution par des eaux superficielles.

Mentionnons enfin que les différents griffons qui alimentent le Chafariz d'El-Rei subissent dans leur débit des variations annuelles indépendantes les unes des autres, et qu'ils amènent au jour une quantité considérable de sable quartzeux.

II

EAUX DES TERRAINS CRÉTACIQUES

Nous avons vu que les terrains crétaciques fournissent de l'eau à Lisbonne dans la ville même et dans la contrée de Bellas.

Dans cette dernière contrée ce système présente les groupes pétrographiques suivants, en procédant de bas en haut :

a) 1er complexe calcaréo-marneux, comprenant la base du Crétacique, d'une puissance de 100 mètres, et se prolongeant inférieurement dans le Jurassique.

b) 1er complexe de grès et de graviers ; puissance : 100 mètres.

c) 2e complexe calcaréo-marneux ; puissance : 225 mètres.

d) 2e complexe de grès et de graviers ; puissance : 200 mètres.

e) 3e complexe calcaréo-marneux se terminant par les calcaires compactes du Crétacique supérieur : 400 mètres.

A. — Crétacique dans l'enceinte de la ville.

Les affleurements crétaciques de Lisbonne et de ses environs immédiats appartiennent exclusivement au 3e complexe calcaréo-marneux, et même en majeure partie aux calcaires compactes du sommet.

Les strates inférieures aux calcaires compactes, sont découvertes sur une épaisseur minima de 100 mètres et sont formées par des calcaires marneux, en partie magnésiens, contenant du gypse, et par places des géodes tapissées de cristaux de sulfate de strontiane.

Elles affleurent au Monsanto depuis Cruz-d'Oliveira jusqu'à Santa-Anna, et plus bas, dans la vallée d'Alcantara, depuis Alto-dos-sete-moinhos jusque vers la fabrique de glace (ancienne poudrerie de l'État).

Les calcaires du sommet, d'une trentaine de mètres d'épaisseur, comprennent des calcaires à peu près purs, surmontés de bancs marneux. Leur extension est beaucoup plus grande que celle du Crétacique moyen; ils commencent au Valle-de-Pereiro et s'étendent avec quelques interruptions jusqu'à Belem.

Les roches du Crétacique sont en général traversées par de nombreuses fentes, de grandes et de petites dimensions, permettant à l'eau de s'infiltrer avec rapidité, ce qui est surtout le cas pour les calcaires compactes.

Dans la voûte de Lisbonne, on ne trouve en général presque pas d'eau, comme l'a prouvé le percement du tunnel du Rocio, ce n'est que

vers le pied que quelques puits ont été foncés avec succès, lorsque des circonstances particulières arrêtent l'infiltration. Tel est le puits de la fabrique d'indiennes, au Nord de la Compagnie frigorifique du val d'Alcantara (profondeur 29 mètres) et le forage de ce dernier établissement (profondeur 46m.50). Ces puits atteignent le complexe marno-calcaire.

C'est ce même complexe qui alimente la fontaine de Cruz-da-Oliveira, au sommet du Monsanto.

En somme, ces eaux sont sans importance pour l'alimentation de la ville.

Le sondage de la Compagnie frigorifique traverse les alluvions quaternaires, marines, avant d'atteindre le Crétacique. Son eau est fortement mélangée d'eau de mer ou d'eaux superficielles (teneur totale 1456 milligrammes, chlorure de sodium 612).

Le puits de la fabrique d'indiennes, foncé directement dans le Crétacique, est moins impur (total 851, chlorure de sodium 245).

Malgré ces impuretés, on est frappé de la forte proportion de magnésie que contiennent ces eaux. La relation est de 1 : 1,7 pour le premier et de 1 : 2,1 pour le second. La fontaine de Cruz-da-Oliveira, dont le résidu total n'est que de 344 milligrammes, a aussi la proportion de 1 : 1,7.

Cette forte teneur en magnésie, qui rapproche ces eaux de celles du basalte, provient des calcaires magnésiens du complexe marno-calcaire. L'analyse de cinq échantillons de ces calcaires a donné comme maximum 15 % de magnésie pour 33 % de chaux, tandis qu'un autre n'a que 0,6 % de magnésie.

Dans le tableau comparatif, nous n'avons fait figurer que la fontaine de Cruz-da-Oliveira.

B. — Eaux des Aguas-livres.

L'aqueduc dit des Aguas-livres (1) a été construit au milieu du siècle dernier, pour amener à Lisbonne l'eau d'une source portant le nom de Agua-livre ou de Mae-d'Agua-Velha, et d'autres sources situées dans le val de Carenque, à 13 kilomètres à vol d'oiseau au N.-O. du centre de Lisbonne, dans une contrée crétacique formant le prolongement de la Serra de Cintra et désignée généralement sous le nom de contrée de Bellas.

(1) Cet aqueduc traverse le val d'Alcantara par un pont en pierres de taille, de réputation européenne, dont l'arc principal atteint plus de 65 mètres de hauteur au-dessus du lit du ruisseau.

On y introduisit aussi l'eau de quelques sources de la contrée basaltique s'étendant entre cette voûte crétacique et les voûtes de même nature du Monsanto et de Lisbonne.

Plus tard, la quantité d'eau devenant insuffisante, on capta d'autres sources situées dans le même thalweg et ses affluents (aqueduc de Caneças), puis l'eau d'une source puissante, source de la Matta, située à 5 kilomètres à l'Ouest du val de Carenque et appartenant à un autre bassin hydrographique.

Les sécheresses de 1874 et de 1875 portèrent le gouvernement à mettre en pratique un projet de Carlos Ribeiro proposant de percer des galeries profondes au-dessous de certaines vallées, à une hauteur suffisante pour que les eaux ainsi recueillies puissent être amenées à l'aqueduc général. Ce drainage a été effectué sous les thalwegs dits Valle-de-Figueira et Valle-de-Brouco, situés à l'Ouest de la vallée de Carenque, auquel ils se réunissent, et sous celui de Valle-de-Lobos situé en amont de la source de la Matta.

L'ensemble des aqueducs collecteurs et latéraux formant le réseau des Aguas-livres a une longueur de 43 kilomètres.

Ces eaux ont cinq provenances différentes, que nous allons examiner en procédant de l'Est à l'Ouest. Les premières seules ne proviennent pas du Crétacique.

1° Les sources captées dans la nappe basaltique et dans les conglomérats lacustres des *environs de Porcalhota*, dont nous avons parlé plus haut.

2° Les *sources captées dans le val de Carenque et dans ses affluents* appartiennent à la totalité des groupes du Crétacique. Les conditions de captage varient d'une source à l'autre, les unes ne présentent pas de possibilités de pollution, ce qui est malheureusement le cas pour d'autres, plus rapprochées d'habitations.

3° Les eaux recueillies par galeries profondes dans les *vallées de Brouco et de Figueira* proviennent des quatre premiers complexes pétrographiques. Les galeries du val de Figueira ont une longueur de 2200 mètres, dont un quart dans les calcaires et le reste dans les grès; celles de la vallée de Brouco ont près de 1500 mètres, dont un tiers dans les calcaires. La profondeur moyenne au-dessous de la surface du sol est de 27 à 28 mètres. La surface du sol est inhabitée.

4° Les eaux de la *source de la Matta* sourdent avec force par de larges conduits de la base du complexe calcaire inférieur, c'est-à-dire au sommet du Jurassique. Ces eaux présenteraient donc toutes les chances de pollution des eaux circulant par crevasses, si leur bassin hydrographique n'était pas recouvert par les puissantes assises du com-

plexe gréseux inférieur, dont la surface est presque entièrement inculte et inhabitée. Il ne faut pourtant pas se faire illusion, le débit considérable de ces sources montre qu'elles ne sont pas uniquement alimentées par les terrains voisins, ce qui est corroboré par leur composition chimique ; il n'est donc pas impossible que la crevasse qui les amène soit en communication avec des points habités.

5° Les eaux recueillies par galeries profondes dans le *Valle-de-Lobos* sont pour la plupart captées dans les grès du complexe inférieur et le reste dans les calcaires sur lesquels ces grès reposent. Les galeries ont une longueur de 2000 mètres, dont 1700 dans les grès. La profondeur moyenne de la galerie principale au-dessous de la surface du sol est de 12 à 13 mètres.

C'est ici le cas de faire une remarque qui s'applique à toutes les sources naissant dans des grès analogues, c'est que les eaux n'y circulent pas uniquement par infiltration à travers la masse, mais aussi par des fentes à parois rapprochées. Ce ne sont pas les crevasses largement ouvertes des calcaires, mais ce sont pourtant des conduits permettant à l'eau de circuler librement, sans filtration, ou bien avec une filtration imparfaite. Ces différentes conditions de circulation sont accusées par les différences de température que présentent ces sources, et dont nous parlerons plus loin.

Les galeries s'arrêtent à environ 200 mètres en aval du hameau de Valle-de-Lobos ; cette eau n'est donc pas dans d'aussi bonnes conditions que celles des vals de Brouco et de Figueira.

L'étude de M. Mastbaum ayant en vue l'hygiène, il analyse l'eau d'après les rameaux qui l'amènent à l'aqueduc général.

Son tableau n° VIII nous indique les principaux éléments de treize sources alimentant l'aqueduc primitif, mais quatre seulement proviennent du Crétacique.

Le tableau n° IX donne la composition complète de quatre sources recueillies par le rameau de Caneças et le tableau IX^{a}, leur composition systématique. Les tableaux X et X^{a} fournissent la composition complète et systématique de la source de Mae-d'Agua-Velha, du même thalweg que les sources de Caneças, des eaux des trois galeries profondes et de l'eau de la source de la Matta. Nous avons donc la composition complète de neuf sources et les principaux éléments de quatre.

L'eau des galeries profondes a été recueillie à l'entrée de chaque galerie dans l'aqueduc collecteur ; l'analyse porte donc sur la totalité de l'eau recueillie dans chaque galerie.

Nous avons groupé ces différentes provenances dans le tableau comparatif B, et nous allons faire quelques remarques en prenant aussi en considération les sources dont on ne connaît que les principaux éléments.

La minéralisation des sources du Crétacique est comprise entre 227 et 399 milligrammes par litre ; elle est donc moins forte que celle des eaux du Tertiaire fluvio-marin et du basalte, qui peuvent être considérées normales lorsqu'elles ne dépassent pas 500 milligrammes, et dont le minimum est 303.

Sources du complexe calcaréo-marneux supérieur. — La source Maria da Conceiçâo Barbosa Araujo (1) et celle de S. Braz (2) portées au tableau VIII de M. Mastbaum ne proviennent, d'après C. Ribeiro, que du complexe supérieur, nous pouvons donc les mettre en parallèle avec la source de Cruz-da-Oliveira (3).

	(1)	(2)	(3)
Résidu total	307	302	344
Chaux	64	97	91
Magnésie.	39	28	52
Relation de la magnésie à la chaux.	1 : 1,6	1 : 3,4	1 : 1,7

Les nos 1 et 3 peuvent donc être considérés comme fortement magnésiens.

Sources des complexes calcaréo-gréseux. — Les autres sources ont malheureusement toutes les calcaires et les grès comme bassin d'alimentation ; il eût été intéressant de choisir des sources provenant exclusivement des grès, et même d'un massif de grès déterminé, car ces deux massifs ne présentent pas une composition identique.

Les galeries de Valle-de-Lobos, qui sont presque exclusivement dans les grès, fournissent une eau n'ayant que 237 milligrammes de *résidu total ;* l'eau de Valle-de-Brouco est encore moins minéralisée (227 milligrammes), quoiqu'un tiers des galeries soit dans les calcaires, tandis que celles de Valle-de-Figueira, dont un quart seulement est dans les calcaires, présentent un résidu de 333 milligrammes.

Ce sont ces trois eaux des galeries profondes qui contiennent le moins de *carbonate de chaux* (79 à 115).

Ce sont par contre les deux sources les plus volumineuses, Mae d'Agua-Velha et Matta, qui contiennent la plus forte proportion de ce sel, 210 et 258. Les autres sources en contiennent de 123 à 210 ; donc beaucoup plus que les sources basaltiques.

La relation entre la *magnésie* et la chaux n'atteint 1 : 2 que dans la source de la Vicomtesse d'Olivaes, qui d'après C. Ribeiro viendrait en partie du complexe marno-calcaire supérieur. Dans les autres sources elle est à peu près de 1 : 4, mais tombe à 1 : 8,6 pour les galeries de Valle-de-Brouco et à 1 : 10,9 à la source de la Matta.

Il est curieux de voir cette source, située à côté des galeries de Valle-de-Lobos, présenter un rapport aussi faible, tandis que l'eau de ces galeries a le rapport 1 : 4; mais ce fait a sa cause dans la forte proportion en chaux et non pas dans une moindre quantité de magnésie (13,9 Matta, 14,7 Valle-de-Lobos).

Malgré cette analogie de la teneur en magnésie, les différences sont assez marquées pour que l'on puisse en déduire que la source de la Matta n'a pas la même origine que l'eau des galeries, et par conséquent que l'ouverture de celles-ci n'a pu porter préjudice à la première.

Dans toutes ces eaux crétaciques, la *silice* est faiblement représentée, entre 8 et 14 milligrammes; tandis qu'elle atteint de 15 à 46 dans les eaux tertiaires.

Le *chlorure de sodium* s'y trouve aussi en proportion moindre que dans les eaux alluviales et tertiaires. Il n'atteint que 32 à 63 milligrammes, au lieu de 60 à 450.

On objectera que les eaux tertiaires, que nous avons vues, proviennent en partie de bassins présentant de nombreuses habitations et que d'autres, comme Alfeite et les sondages du Tage, peuvent recevoir des infiltrations d'eau salée. Ces objections ne peuvent pas être faites pour certaines sources, situées sur des hauteurs inhabitées, comme la source basaltique de la Quinta de S° Antonio, qui pourtant présente 73 milligrammes.

On sera aussi tenté de chercher l'explication de cette augmentation de chlorure de sodium dans le fait que les sources de la contrée de Bellas étant plus éloignées de la mer que celles de Lisbonne, elles ne sont pas exposées au vent chargé de chlorure de sodium.

Cette objection ne résiste pas aux faits suivants : 1° La source crétacique de Cruz-da-Oliveira est aussi exposée à ces vents, et pourtant elle ne contient que 38 milligrammes de chlorure de sodium.

2° Les sources basaltiques de la contrée de Porcalhota se trouvent, par rapport au vent, dans des conditions analogues à celles de Bellas. Comme nous n'en connaissons pas la composition systématique nous devons baser notre comparaison sur la quantité totale de *chlore*.

Sources basaltiques	*Sources crétaciques*
1 source avec 32	6 sources avec 19-32
3 » » 35	3 » » 34-35
2 » » 39-42	4 » » 37-41

Nous voyons donc que 1/6 seulement des sources basaltiques connues de cette contrée a une teneur en chlore ne dépassant pas 32 milligrammes par litre, tandis que cette proportion atteint près de la moitié pour les eaux crétaciques.

Sulfates. Les neuf sources dont on connaît la proportion d'acide sulfurique présentent : deux avec moins de 20 milligrammes, trois entre 21 et 24, trois entre 31 et 33, une avec 52. Cette dernière est l'eau de Valle-de-Figueira; il est probable que cette forte teneur en sulfates provient de la décomposition des pyrites, fréquentes dans les grès.

La teneur en acide sulfurique est tellement variable dans les sources non polluées des autres catégories, que nous ne pouvons faire aucune comparaison.

Les eaux des galeries profondes et de la source de la Matta contiennent du chlorure de potassium, mais aucune des eaux provenant du Crétacique ne contient de carbonates alcalins.

Modifications pendant le parcours. — La circulation de l'eau dans l'intérieur de l'aqueduc n'a pas lieu dans des tuyaux fermés, mais dans des rigoles ouvertes, permettant la volatilisation d'une grande partie de l'acide carbonique, d'où résulte la précipitation de carbonates de chaux, de magnésie et de fer.

Le tableau suivant montre les différences de composition à différentes distances.

Les échantillons ont été pris : n° 1, (le 29 — 11 — 1892) à Carenque, n° 2, (le 19 — 1 — 1893) à Porcalhota, soit à 2500 mètres plus loin, et n° 3, (le 25 — 11 — 1893) au réservoir des Amoreiras, soit à près de huit kilomètres de Carenque.

	Carenque 1	Porcalhota 2	Amoreiras 3
Résidu	322,0	318,0	287,6
Chlore	27,7	26,0	32,7
Chaux	104,8	98,0	84,2
Magnésie	25,5	25,0	24,9
Ammoniaque	0	traces	0
Acide nitrique	traces	traces	traces
» nitreux	0	0	0
Oxydabilité	1,7	1,4	1,4.

Il est à remarquer que cette différence ne provient pas uniquement de la modification par suite de la formation d'un dépôt, car des sources un peu moins calcaires que celles du Crétacique sont introduites sur tout le parcours.

L'analyse du dépôt formé dans la rigole près de la porte d'Almarjâo, avant l'introduction des sources basaltiques, a donné les résultats suivants : Silice, 0,37. Oxydes de fer et d'alumine, 0,91. Chaux, 54,81. Magnésie, 0,29. Ce qui correspond à 97,88 de carbonate de chaux et 0,61 de carbonate de magnésie.

Comparaison de l'eau à différentes époques. — Il est intéressant de comparer une analyse de l'eau des Aguas-livres, faite en 1852 par J. M. de *Oliveira-Pimentel* avec une analyse faite en 1894 par M. *Mastbaum.*

	1852	1894
Carbonate de chaux	43,5	102,0
» magnésie	28,1	33,0
Sulfate de chaux	traces	15,5
» magnésie	31,4	14,0
» soude	3,3	—
Carbonate de soude	70,9	traces
Chlorure de sodium	50,5	57,9
» potassium	—	3,8
Azotate de potasse	2,2	—
» magnésie	—	4,9
Silice	13,2	14,0
Oxyde de fer et alumine		2,0
Résidu total	343,1	252,6

Quoique le résidu total soit à peu près le même, il y a de notables différences dans les détails, surtout pour la chaux qui, en 1852, n'était que de 24,4 milligrammes, tandis qu'elle comporte actuellement 63,5 milligrammes ; quant à la soude, elle comportait 69,8 et elle n'est plus qu'à 30,7.

Il est à remarquer qu'en 1852 les eaux des galeries profondes et celle de la source de la Matta n'étaient pas encore amenées à Lisbonne. Quoique la source de Matta soit fortement chargée de carbonate de chaux, ce n'est pas son introduction qui a pu amener un changement aussi radical.

Nous avons vu qu'une modification analogue est aussi indiquée par

la comparaison des analyses du Tanque das Lavadeiras faisant partie du groupe des eaux thermales de Lisbonne.

La probabilité d'un changement dans la composition de l'eau est corroborée par la comparaison avec les observations du degré hydrotimétrique faites en 1864 par Carlos Ribeiro.

M. Mastbaum a trouvé le même degré pour l'ensemble des eaux réunies dans l'aqueduc, tandis qu'il est plus élevé pour quelques sources captées par l'aqueduc de Caneças.

Dans deux sources qui, en 1864, avaient 16,5, il a trouvé 30,4 et 27,3, et dans une troisième qui avait 19,5, il a trouvé 24,6. Par contre, la source de la vicomtesse dos Olivaes n'aurait pas subi de modifications.

Température. — M. Mastbaum a observé la température d'un grand nombre de sources en août et septembre 1894. La température de celles de l'ancien aqueduc est comprise entre 16°,5 et 18°,8 centigrades, et la température des sources de l'aqueduc de Caneças, situées plus haut, entre 16° et 20°. D'autres sources de ce même aqueduc, observées en janvier, ont donné des températures entre 14°,6 et 17°,6 et les eaux réunies dans l'aqueduc : 18°,2.

La source de la Matta a donné 17°,8 en janvier et 18°,1 le 21 mai, deux autres sources voisines, captées par le même aqueduc, ont donné 16°, 6 et 18°,2 en janvier et un dixième de degré en moins le 21 mai.

Enfin, sept sources des galeries profondes de Valle-de-Lobos marquaient en janvier entre 15°,1 et 17°,2, la différence le 25 mai n'étant que de un dixième pour chaque source. A leur réunion à la fin de la galerie, les eaux marquaient 16° le 21 mai.

La température de 20° mentionnée en été pour deux sources de l'aqueduc de Caneças est probablement due à l'action de la température de l'air, tandis que la source de Mae-d'Agua-Velha accuse toujours 20°. (Observation de C. Ribeiro en février 1864, et de M. Mastbaum, à différentes époques de 1892, 1893 et 1894.) Cette température est évidemment supérieure à la température du lieu, et cette source doit être considérée comme thermale.

III

EAUX DU JURASSIQUE

Quelques eaux de la contrée de Bellas proviennent en faible partie des strates les plus supérieures du Jurassique; telles sont les eaux des galeries profondes de Valle-de-Brouco. La source de la Matta coule aussi

sur ces strates supérieures, mais si ses variations de température ne sont pas dues à des conditions spéciales à son point d'émergence, elle ne peut pas entamer profondément le Jurasssique.

La constance de la température élevée de la source de Mae-d'Agua-Velha, fait prévoir un long parcours, il est possible qu'elle atteigne le Jurassique, ce qui serait corroboré par sa forte teneur en calcaire.

La source de l'Alviella provient par contre incontestablement du Jurassique, on pourrait dire exclusivement, si des graviers crétaciques ne recouvraient pas une faible partie de son parcours souterrain.

La serra de Santo-Antonio, qui fait partie du massif de Porto-de-Moz, est formée par les calcaires compactes du Jurassique moyen, et est limitée à son pied méridional par une région basse, d'une largeur moyenne de 2500 mètres, composée de graviers crétaciques.

Au Sud de ces graviers, on retrouve une bande de Jurassique moyen, limitée par du Crétacique supérieur; il y a donc un affaissement de la région qui sépare les deux affleurements de Jurassique moyen.

L'affleurement méridional est terminé à 2 kilomètres à l'Ouest de Amiaes-de-baixo, par une dislocation transversale, de laquelle jaillit la source de l'Alviella, avec un débit moyen de 30.000 mètres cubes en 24 heures.

Il est incontestable que le bassin d'alimentation de cette source est constitué par la serra de Santo-Antonio, vaste surface de calcaire qui n'a pas de déversoir superficiel, mais comme on ne connaît pas le rapport entre l'eau absorbée par cette surface et le débit de l'Alviella, on ne peut pas dire si cette source est uniquement alimentée par ce bassin hydrographique, ou bien si une partie de ses eaux lui est fournie par le bassin fermé de Minde, qui est contigu à celui de Santo Antonio.

Quoi qu'il en soit, cette source est exposée aux cas de pollution des eaux circulant par canaux souterrains dans les massifs calcaires, ce qui peut devenir particulièrement dangereux par suite de l'habitude des populations de ces régions de jeter les cadavres des animaux dans les crevasses du rocher, crevasses qui communiquent souvent avec les cours d'eaux souterrains. Ce cas est bien démontré pour le bassin de Minde, grande cuvette à fond plat, de 4 kilomètres de long sur 1 1/2 de large, situé à une centaine de mètres au-dessus de la plaine.

Ce bassin est couvert d'eau en hiver, mais au printemps elle s'écoule par des crevasses situées aux points les plus bas; on cultive le sol, puis en hiver des eaux jaillissantes sortent par ces mêmes crevasses et inondent la plaine en y amenant des poissons.

Le danger des eaux circulant dans les massifs calcaires est connu depuis longtemps, mais il vient d'être mis en évidence par les remar-

quables recherches de M. Martel. En 1885, je l'ai signalé pour la source de l'Alviella (Tunnel du Rocio, p. 12).

La canalisation depuis la source jusqu'à l'entrée à Lisbonne a 114 kilomètres de longueur, l'altitude de la source n'est que de $54^{m}.33$, et son point d'entrée à Lisbonne dans le réservoir des Barbadinhos de $31^{m}.70$.

M. Mastbaum a analysé deux fois l'eau de l'Alviella à son arrivée à Lisbonne (réservoir des Barbadinhos) et a en outre fait un grand nombre d'analyses de l'eau distribuée dans la ville. Malheureusement il n'a pas pu se procurer de l'eau prise à la source, de sorte que nous ne connaissons que la composition de l'eau modifiée par un parcours de 114 kilomètres. Comme ce parcours s'effectue en tuyaux fermés et sous une forte pression due aux siphons, la modification ne peut pas être dans les mêmes proportions que celle qui s'effectue dans l'aqueduc des Aguas-livres.

Nous avons pourtant porté cette eau au tableau comparatif. Le résidu total a été de 194 dans la première analyse et de 201,6 dans la deuxième. L'oxydabilité 1 à 1,1; l'oxygène dissous 7,13 et l'acide carbonique libre 10,5. Le seul sel en quantité notable est le carbonate de chaux, qui dépasse la proportion contenue dans les eaux des galeries profondes de la contrée de Bellas.

IV

L'EAU LIVRÉE AU CONSOMMATEUR

Variations suivant les saisons. — Comme nous l'avons vu, les eaux de l'aqueduc des Aguas-livres proviennent en majeure partie des eaux du Crétacique, l'eau du réservoir des Amoreiras, auquel elles aboutissent à Lisbonne, a par conséquent un caractère calcaire; ce caractère est toutefois moins accentué en été qu'en hiver, parce que la diminution des sources crétaciques en été est plus accentuée que celle des sources basaltiques.

L'eau du réservoir, analysée le 25 novembre 1893, a donné 24,9 milligrammes de magnésie pour 84,2 de chaux (relation 1 : 3,38), tandis que le 11 août 1894, elle contenait 22,1 milligrammes de magnésie pour 63,5 de chaux (1 : 2,87).

Influence pluviométrique sur la composition. — Après avoir étudié les eaux à leur origine et pendant leur trajet jusqu'à leur entrée à Lisbonne, l'auteur examine la qualité de l'eau fournie au consommateur ; autrement dit, il examine les modifications survenant dans les canaux de distribution en ville.

Pendant les années 1891, 1892 et le 1er trimestre de 1893, il analysa chaque mois l'eau fournie par la canalisation, et continua en 1893 et 1894 en se bornant à des analyses succinctes.

Ces analyses d'eaux prises à un même robinet, dans la partie basse de la ville, permettent de reconnaître à première vue quand cette eau a été fournie par la canalisation de l'Alviella et quand elle a été fournie par l'aqueduc des Aguas-livres, ce qui dépend en grande partie des saisons, car l'eau des Aguas-livres, arrivant en haut de la ville, tandis que celle de l'Alviella arrive dans le bas, on ne refoule celle-ci dans les réservoirs que lorsque la première ne suffit pas.

Quatre tableaux nous montrent les analyses de ces quatre années et un cinquième présente les moyennes, les minima et les maxima de chaque année.

La moyenne de la minéralisation est de 207 en 1891, 248 en 1892, 241 en 1893, 246 en 1894. Les maxima suivent à peu près la même marche, ce qui n'est pas le cas pour les minima : 167 en 1891, 192 en 1892, 201 en 1893, 194 en 1894.

On voit aussi que le chlore suit la même marche que les résidus, mais l'auteur ne trouve pas les analyses assez nombreuses pour pouvoir tirer des conclusions pour les autres éléments.

Comme ces différences peuvent provenir de la proportion différente du mélange des deux eaux, l'auteur calcule les moyennes pour chaque eau, en prenant un résidu de 250 milligrammes comme limite entre les deux.

Ce tableau fait voir que l'augmentation de résidu et de chlore en 1892 et 1893 n'est pas due à ce que les eaux ont été mélangées en proportions différentes, car cette augmentation existe pour chaque catégorie examinée séparément.

Eau de l'Alviella : 201 en 1891, 215 en 1892 et 1893, 221,5 en 1894.

Les eaux des Aguas-livres ont leur maximum de résidu en 1892 : 321,6 au lieu de 273,4 en 1891.

M. Mastbaum ne croit pas qu'il s'agisse d'une augmentation constante, mais que ces différences sont dues à la différence des conditions pluviométriques. La hauteur moyenne de la pluie à Lisbonne, calculée pour la période 1856 à 1880, est de 748,3 millimètres, elle est de 750,2 pendant les huit années suivantes, mais elle est tombée à 499 en 1889 et à 543,8 en 1890, ce qui est à peu près les 2/3 de la moyenne.

En 1891, la moyenne ne fut pas atteinte (726), mais elle fut dépassée en 1892 et en 1893. En 1892, elle atteint 892,5, soit près de 1/5 de plus que la moyenne.

L'auteur y voit l'explication de la minéralisation très faible de 1891 et de l'augmentation en 1892 et 1893, en admettant qu'une plus grande quantité d'eau, entraînant une filtration plus rapide, le terrain ne peut pas exercer son action purificatrice aussi bien que dans le cas de filtration lente.

J'avoue ne pas approuver complétement ce raisonnement, car l'eau n'est pas minéralisée à son entrée dans le sol, c'est, au contraire, son contact avec le sol qui la fait se charger de sels minéraux; or plus la filtration est lente, et plus l'eau a le temps d'en dissoudre.

L'auteur admet sans doute que l'eau se charge d'impuretés à la surface du sol, et qu'elle s'en purifie par le filtrage. Il faudrait donc admettre que la surface du sol présente beaucoup d'impuretés qui seraient entraînées par l'eau, puis arrêtées dans des couches plus profondes; mais dans ce cas elles finiraient par s'y accumuler et constitueraient une cause permanente de modification de l'eau.

Température. — La température moyenne de l'air à l'Observatoire de Lisbonne, soit à l'altitude de 95 mètres, est de 15°,85, et la température constante du sol, qui correspond à une profondeur de 20 mètres, est de 18°,2.

La canalisation de l'eau est environ à $1^{m}.10$ sous la surface du sol, ce qui correspond à une température moyenne de 17°, mais les oscillations de la température de l'eau livrée au consommateur se trouvent entre 11°,6 et 25°.

Par l'emploi de cruches poreuses (*Alcarrazas* des Espagnols), on abaisse la température de 1° à 1°,5 pour les cruches fines et de 3° à 4° pour les cruches en terre ordinaire. Vu le climat de Lisbonne, une eau ayant 20 à 22° paraît fort agréable en été.

Qualités hygiéniques. — La composition de l'eau non polluée étant différente suivant la nature géologique du sol, on devra forcément modifier, suivant les contrées, les qualités requises à l'eau considérée comme potable, autant sous le rapport de la composition que sous celui de la température.

M. Mastbaum propose le tableau suivant comme limites maxima des différents corps entrant dans la composition des eaux qui naissent *dans le territoire de Lisbonne.*

Résidu total . . .	400 à 500	milligr.	par litre.
Chaux	100 à 120	»	»
Magnésie	80 à 100	»	»
Chlore	25 à 30	»	»

Acide sulfurique . .	30 à 60	milligr.	par litre.
» nitrique . . .	20 à 30	»	»
Oxydabilité . . .	2,0 à 2,5	»	»
Acide nitreux . . .	0	»	»
Ammoniaque . . .	0	»	»
Sulfure d'hydrogène . .	0	»	»

La limite de 30 pour le chlore indique que toute eau la dépassant doit être considérée comme suspecte, mais il va de soi que l'introduction d'un peu d'eau salée augmente considérablement ce chiffre sans que l'eau devienne pour autant préjudiciable.

Quant aux *eaux introduites dans la ville*, leur résidu total variant entre 167,2 et 341,6 est fort loin d'atteindre le maximum admis par les hygiénistes.

La perte du résidu à la calcination varie entre 7 et 30,8.

L'oxydabilité est aussi inférieure aux chiffres tolérés ; il en est de même de la silice, du fer, de l'alumine et du sulfate de chaux.

Le *chlore* a une moyenne de 25,5 milligrammes. Le minimum étant 12,9 et le maximum 36 — proportion plus élevée que celle observée dans les autres pays — ce fait toutefois ne serait pas spécial aux environs de Lisbonne ; il y a lieu de supposer qu'il s'étend à tout le Portugal, ce que M. Mastbaum attribue à l'eau salée entraînée par les vents. Il va de soi qu'ici comme ailleurs, il faut tenir compte de la quantité normale à la contrée, et que toute augmentation doit faire suspecter une pollution par des matières organiques

La presque totalité de la *chaux* étant à l'état de bicarbonate, le carbonate se précipite par la cuisson, ce qui a valu à l'eau de Lisbonne la réputation d'être très calcaire, tandis que d'autres eaux contenant la chaux à l'état de sulfate, de chlorures et de nitrates, n'auront pas cette réputation, quoique leur teneur en chaux soit plus grande. Le degré hydrotimétrique compris entre 14,1 et 25,6, correspond à une quantité de chaux tolérée par quelques hygiénistes et considérée comme nécessaire par d'autres.

La *magnésie* varie entre 5 et 26 milligrammes, la moyenne étant de 12,8, proportions qui, de même que celles de la chaux, ne peuvent être défavorables que pour l'emploi du savon.

L'ammoniaque, à l'état de traces, a été rencontré en 1891, 1892 et au printemps de 1894. Le fait que ces vestiges n'existaient pas dans l'eau à son arrivée à Lisbonne, prouvait qu'il y avait des défectuosités dans la canalisation, et l'analyse bactériologique parlait dans le même sens. Il ne fut pas difficile de découvrir les points défectueux et d'y porter remède.

La moyenne de cinq analyses a donné pour les *gaz* les résultats suivants : acide carbonique, 12,8 centimètres cubes par litre, oxygène, 7,1, azote, 13,6.

La recherche de *sels de plomb* pouvant provenir de l'oxydation des tuyaux n'a donné que des résultats négatifs.

En résumé, les eaux introduites à Lisbonne sont de bonne qualité, celles d'Alviella étant meilleures que celles des Aguas-livres; mais il est nécessaire de les surveiller, autant par rapport aux infiltrations qui peuvent se faire dans les canaux de distribution, que par rapport aux pollutions pouvant avoir lieu dans les bassins hydrographiques de certaines sources.

Cette surveillance existe, du reste, et les analyses bactériologiques du Dr *da Camara Pestana* ont déjà motivé le rejet de quelques affluents de l'aqueduc des Aguas-livres.

Les analyses bactériologiques de l'eau en distribution, sont publiées chaque mois au bulletin du Service d'hygiène.

Quantité d'eau par habitant. — La quantité d'eau fournie par l'aqueduc des Aguas-livres est très variable suivant les saisons. Tandis qu'en hiver elle a une moyenne de 6 à 10,000 mètres cubes par 24 heures, et qu'elle atteint même 14,000 mètres dans les hivers très pluvieux, elle est réduite à 2 à 3000 en été. Cette disproportion entre les saisons a disparu depuis l'introduction des eaux de l'Alviella.

D'après le recensement de 1890, la ville a une population de 257,203 habitants dans ses anciennes limites et de 311,471 avec les communes annexées en 1885. Ces dernières n'étant qu'en partie alimentées par la Compagnie des eaux, le calcul suivant donne des chiffres inférieurs à l'eau réellement consommée à Lisbonne.

La Compagnie peut actuellement disposer de 39,000 mètres cubes par jour, soit 122 litres par habitant; en admettant le maximum de l'étiage des quatre dernières années, cette quantité serait réduite à 111 litres. Il y aurait à ajouter à ces chiffres un certain nombre de fontaines publiques, aux soins directs de la municipalité, autant dans l'ancienne que dans la nouvelle circonscription, et l'eau de puits et de sources appartenant à des particuliers ou à des compagnies industrielles.

CONSIDÉRATIONS FINALES

La relation entre la composition de l'eau et celle des terrains dont elle provient, facilement reconnaissable lorsqu'il s'agit de terrains ayant une composition franchement différente, est plus difficile à recon-

naître pour des terrains de composition mixte, et peut être complétement masquée dans les eaux souillées par des matières organiques.

La plupart des eaux qui nous occupent sont dans ces deux derniers cas, et pourtant on peut reconnaître quelques traits généraux.

On peut dire que l'analyse chimique ne peut pas servir au géologue de guide de toute confiance dans la recherche de l'origine d'une source, car des eaux de provenance analogue présentent parfois des différences considérables (forages sous le Tage, types magnésien et non magnésien du basalte, etc.), mais qu'il est pourtant certains cas où l'analyse donne une certitude, là où l'on n'avait que des probabilités.

Telle est, par exemple, la relation entre les galeries profondes de Valle-de-Lobos et la source de la Matta. On a accusé les premières d'avoir fait diminuer la seconde, tandis que la profonde différence qui existe entre ces deux eaux nous montre une origine différente.

Il est assez curieux de remarquer que l'*oxydabilité*, c'est-à-dire la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les substances organiques, est assez faible dans toutes les eaux de Lisbonne, même pour celles qui sont incontestablement polluées. M. Mastbaum en conclut que l'importance de ce caractère a été exagérée. Il se demande en outre *s'il existe de bonnes eaux avec une oxydabilité élevée*, mais son étude des eaux de Lisbonne ne lui donne pas de réponse à ce sujet.

Résumons en quelques mots les principaux caractères des différents types que nous avons vus.

Alluvions. — Énormes quantités de matières dissoutes (minimum 678 milligrammes), prédominance des chlorures et des nitrates, forte quantité de silice (30 à 32). Quelques-unes sont fortement chargées d'hydrogène sulfuré.

Pliocène. — Une seule source, à minéralisation moyenne (430 milligrammes). La forte proportion de chlorure de sodium fait supposer des infiltrations d'eau du Tage. Silice 15.

Miocène. — Composition variable suivant les assises dont l'eau provient. Puits et sources de Lisbonne généralement chargés de matières organiques; celles que l'on peut considérer comme pures ont une minéralisation moyenne (303 à 410) provenant principalement de chlorure de sodium et de carbonates de chaux, de magnésie et de soude. Silice en proportion moyenne (16 à 27).

Forages sous le Tage. — Forte minéralisation provenant de chlorure de sodium, de sulfates et surtout de carbonates de chaux, de

magnésie et de soude. Beaucoup de silice. Bonne réputation sous le rapport de l'hygiène.

Basalte. — Minéralisation moyenne. Proportion de chlorure de sodium relativement faible, beaucoup de carbonates; magnésie et silice en proportion généralement plus forte que dans toutes les autres eaux. — Jouissent d'une très bonne réputation, quoique légèrement laxatives.

Eaux thermales. — Minéralisation très forte dans quelques sources recevant des infiltrations superficielles ou des eaux du Tage, moyenne dans les autres (490). Forte proportion de chlorure de sodium, de sulfates, de nitrate de soude, de carbonates et de silice.

Crétacique supérieur. — Peu abondantes, généralement polluées à l'intérieur de la ville. Les autres sont à minéralisation faible, provenant surtout de carbonates de chaux et de magnésie, la magnésie atteignant presque la même proportion que dans les eaux basaltiques. Peu de silice (9 milligr.).

Complexe de grès et de calcaires marneux. — Minéralisation faible ou moyenne, provenant surtout du bicarbonate de chaux, peu de silice.

Calcaires jurassiques. — Connues seulement à leur arrivée à Lisbonne. Minéralisation atteignant son minimum et provenant surtout du bicarbonate de chaux; silice réduite à 5 milligrammes.

Explication du tableau comparatif A de la page 196.

1. *Alluvions.* — Minima et maxima des trois sources les moins minéralisées : rua da Prata, nº 8, rua dos Capellistas, nº 53, et Ponte-d'Algès.
2. *Pliocène.* — Poço da Romaria (Alfeite).
3. *Miocène.* — Minima et maxima d'un puits à Lisbonne et de deux sources au Sud du Tage.
4. *Forages sous le Tage.* — Ponton de l'Arsenal (gauche) et ponton des bateaux à vapeur du chemin de fer du Sud (droite).
5. *Basalte (type magnésien).* — Minima et maxima de cinq eaux de la partie occidentale de Lisbonne. Le chiffre 274 comme résidu total provient d'une source des environs de Porcalhota.
6. *Basalte (type non magnésien).* — Source de Sº-Antonio à Algès-de-Cima.
7. *Eaux thermales.* — Bains de Baptista et Chafariz d'El-Rei.

Explication du tableau comparatif B de la page 197.

Colonne 1 *Troisième complexe marno-calcaire.* — Marno-calcaires magnésiens inférieurs aux calcaires compactes du sommet. — Source de Cruz-da-Oliveira (Monsanto).

Mélange de grès et de calcaires.

Col. 2 Le même complexe et les grès. — Source de la Vicomtesse dos Olivaes.
Col. 3 Grès et calcaires des complexes inférieurs. — Minima et maxima des sources dites : Poço das Bombas, Salgueiro grande et Quintã.

Galeries profondes.

Col. 4 Valle-de-Brouco.
Col. 5 Valle-de-Figueira.
Col. 6 Valle-de-Lobos.

Sources abondantes avec grand trajet souterrain.

Col. 7 Matta. — Sourdant au toit des calcaires jurassiques, à peu de distance des galeries de Valle-de-Lobos.
Col. 8 Mae-d'Agua-Velha. — Faiblement thermale.
Col. 9 *Jurassique.* — Eau d'Alviella à son arrivée à Lisbonne, c'est-à-dire modifiée par le parcours. — Le chiffre indiquant le résidu total est la moyenne des deux analyses.

A. Tableau comparatif des eaux provenant des alluvions et du Tertiaire.

SELS EN DISSOLUTION	1 Alluvions.	2 Pliocène	3 Miocène	4 Forages sous le Tage	5 Basalte	6 Basalte	7 Eaux thermales
Résidu à 150°	678 à 907	430	303 à 410	547 — 526	274 à 502	361	488 — 490
Chlorure de sodium . .	195 à 450	166	66 à 118	156 — 123	60 à 83	73	149 — 117
» calcium . .	—	33	—	0 — 16	—	—	—
» magnésium .	—	13	—	—	0 à 37	13	—
» potassium .	—	—	—	—	—	—	0 — 17
Sulfate de soude . . .	38 à 117	—	0 à 26	62 — 37	—	—	42 — 17
» potasse . . .	—	—	—	6 — 8	—	—	—
» chaux . . .	14 à 73	21	12 à 20	—	9 à 58	30	25 — 19
» magnésie . .	10 à 68	—	6 à 15	3 — 6	0 à 18	—	64 — 16
Nitrate de soude . . .	23 à 36	—	0 à 51	0 — 41	0 à 5	—	40 — 24
» chaux . . .	203 à 263	37	0 à 21	—	0 à 8	—	—
» magnésie . .	33 à 69	—	0 à 11	—	13 à 66	36	—
Carbonate de soude . .	—	—	10 à 46	143 — 135	0 à 28	—	—
» chaux . .	—	58	127 à 192	93 — 96	122 à 137	147	156 — 178
» magnésie .	—	35	12 à 43	54 — 35	56 à 129	32	22 — 47
» fer . . .	6 à 7	3	5 à 7	4 — 3	3 à 6	7	4 — 5
Silice	30 à 32	15	16 à 27	21 — 23	34 à 46	21	31 — 33
Rapport de la magnésie à la chaux	1 : 3 à 1 : 4,5	1 : 3,1	1 : 3,4 à 1 : 7	1 : 2 — 1 : 3	1 : 1,6 à 1 : 1,7	1 : 3,1	1 : 3 — 1 : 3,9

B. Tableau comparatif des eaux provenant du Crétacique et du Jurassique.

SELS EN DISSOLUTION	1 Calcaires magnésiens	2	3	4	5	6	7	8	9 Jurassique (Modifiée)
		Complexes de grès et de calcaire		Galeries profondes			Sources volumineuses		
Résidu à 150°.	344	288	353 à 399	227	333	237	374	382	197
Chlorure de sodium.	38	32	57 à 63	42	47	55	42	51	15
» magnésium	7	0	0 à 9	—	—	—	—	—	6
» potassium	0	0	0	13	12	8	4	0	3
Sulfate de chaux	14	23	28 à 41	29	58	36	22	20	5
» magnésie	6	16	12 à 21	6	28	17	9	6	—
Nitrate de magnésie.	22	2	1 à 3	3	1	3	0	3	3*
Carbonate de chaux.	153	123	159 à 210	100	115	79	258	210	140
» magnésie.	86	67	35 à 61	10	39	18	23	53	7
» fer.	5	3	3 à 6	3	6	6	3	1	2
Silice	9	9	10 à 12	8	14	9	9	13	5
Rapport de la magnésie à la chaux .	1 : 1,7	1 : 2	1 : 3 à 1 : 4	1 : 8,6	1 : 3,8	1 : 4	1 : 10,9	1 : 4	1:14

* Nitrate de chaux.

PREMIÈRE NOTE

SUR LES

POISSONS WEMMELIENS (Eocène supérieur) DE LA BELGIQUE

PAR

R. Storms.

Pl. III, IV, V, VI.

AVANT-PROPOS

Les restes de poissons qui sont décrits dans la présente note proviennent des gisements classiques du terrain wemmelien. Les débris de Téléostéens sont assez abondants dans ce terrain : d'après des renseignements que je dois à M. G. Vincent, qui a tant contribué à faire connaître la faune wemmelienne, certaines petites espèces formeraient même, en certains points, de véritables bancs renfermant des centaines d'individus. Malheureusement, la friabilité des sédiments qui les renferment est telle, que ce n'est qu'à force de soins et d'habileté que l'on parvient à en retirer des portions plus ou moins considérables d'un même individu.

Les matériaux qui m'ont servi pour l'étude dont je me propose d'exposer les résultats font partie des collections du Musée Royal d'Histoire Naturelle et je tiens à exprimer ici, à M. Dupont, tous mes remerciements pour l'autorisation qu'il a bien voulu m'accorder d'étudier ces pièces intéressantes. Je saisis aussi avec plaisir cette occasion pour témoigner à mon ami M. Dollo ma reconnaissance pour le concours empressé que j'ai toujours trouvé auprès de lui, durant mes recherches.

I

CTENODENTEX (DENTEX) LAEKENIENSIS

Van Beneden

Pl. III et IV, fig. 3, 4, 5, 6.

1. — Historique.

Deux spécimens se rapportant à cette espèce sont conservés dans les collections de l'État. L'un, celui qui a été décrit en 1872 par le Prof. P. J. Van Beneden (1), avait été découvert par M. G. Vincent dans les sables de Wemmel. A cette époque ces sables n'avaient pas encore été séparés du terrain laekenien, ce qui valut à ce poisson une désignation spécifique qui pourrait induire en erreur sur son gisement. L'autre spécimen, découvert plus récemment par le Dr Putzeys dans le même terrain, est dans un état de conservation beaucoup plus parfait, et montre plusieurs caractères qui ne se voient pas sur le premier spécimen.

2. — Gisement et localité.

Le spécimen décrit par P. J. Van Beneden a été découvert par M. G. Vincent dans les sables wemmeliens à Wemmel même. Le nouveau spécimen figuré (pl. III) a été recueilli par M. le Dr Putzeys, dans des sables du même âge, à Neder-Over-Heembeek, village situé au N.-E. de Bruxelles.

3. — Classification.

Le Prof. Van Beneden ne spécifie pas les raisons pour lesquelles il rapporte le poisson décrit par lui au genre *Dentex*, ni même celles pour lesquelles il le classe dans la famille des Sparidés. Or le *Dentex laekeniensis* de Van Beneden ne peut se rapporter au genre *Dentex* pour les raisons suivantes :

a) Le préopercule est finement dentelé et le post-temporal porte aussi des dentelures à son bord postérieur (2).

(1) P. J. Van Beneden. *Notice sur un nouveau poisson du terrain laekenien.* (Bull. Ac. R. Belgique, 2e série, t. XXXIV, 1872, pp. 420-423.)

(2) A. Günther. *Catalogue of the Acanthopterigian fishes in the Collection of the British Museum*, vol. I, 1859, p. 366. Et aussi *D. Starr Jordan and Bert. Fesler. A review of the Sparoid Fishes of America and Europe.* (U. S. Comm. Fish and Fisheries. Part. XVII. Report 1889, 1891, 1893, p. 421 et suiv.).

b) La structure du haut du crâne diffère de celle de *Dentex*.

c) La structure de l'anneau infra-orbitaire diffère de celle de ce genre.

d) Les rayons de la première dorsale ont une structure tout autre et un développement bien plus considérable.

Ce point étant établi, nous devons rechercher de nouveau la place que le poisson wemmelien doit occuper dans la classification.

1° C'est un *Acanthoptérygien perciforme*, car (1) :

a) L'anneau infra-orbitaire n'envoie pas de support osseux au préopercule;

b) La dorsale épineuse est bien développée;

c) Les ventrales sont thoraciques;

d) Les os ptérygiaux *(basalia)* des pectorales sont plus longs que larges et ont la forme d'un sablier.

2° Parmi les *Acanthoptérygiens perciformes* c'est avec les *Sparidés* qu'il doit se classer, car tous les caractères qui peuvent se constater sur le fossile correspondent avec ceux des poissons de cette famille. Ces caractères sont (2) :

a) Corps de forme élevée;

b) Ecailles de grandeur moyenne, adhérentes, faiblement cténoïdes;

c) Tête grande, crêtes osseuses du haut du crâne bien développées;

d) Support osseux pour le préopercule manquant;

e) Bouche de grandeur moyenne, basse et horizontale;

f) Prémaxillaires protractiles;

g) Maxillaires sans os supplémentaires, glissant pour la plus grande partie de leur longueur sous les préorbitaires, qui forment de véritables gaines;

h) Préorbitaires très larges;

i) Dents coniques;

j) Préopercule dentelé;

k) Opercule sans épines;

l) Côtés de la tête couverts d'écailles;

m) Nageoire dorsale continue;

n) Rayons de la dorsale bien développés, au nombre de 10 à 11; s'abaissent dans une rainure;

o) Ventrales thoraciques, avec une épine et cinq rayons articulés;

r) Vertèbres probablement au nombre de 24.

Tous ces caractères correspondent avec ceux de la famille des *Spa-*

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes in the British Museum.* Seconde édition, vol. I, p. 1.

(2) Ces caractères sont ceux donnés par Jordan et Fesler, *A review of the Sparoid Fishes*, etc

ridés, aucun des autres caractères du fossile ne s'oppose à cette classification.

Les *Sparidés*, tels que les comprennent Jordan et Fesler (1) peuvent se subdiviser en deux grands groupes, qui sont :

1° Les *Sparidés* ayant soit des dents incisives soit des dents molaires ;

2° Ses *Sparidés* dont toutes les dents sont pointues.

Notre fossile rentre dans le second groupe.

Parmi les sous-familles qui composent ce groupe, il diffère :

a) Des *Mæninæ*, par la structure de la bouche, qui n'était pas très protractile; car les apophyses postérieures des prémaxillaires ne s'étendent pas jusqu'à la région occipitale;

b) Des *Xenichthinæ* et des *Hæmulinæ* par la présence de fortes canines aux mâchoires.

Restent les *Sparidés* ayant des dents pointues dont quelques-unes sont développées en canines *(Lutjaninæ* et *Denticinæ* de Jordan et Fesler), parmi lesquels notre fossile diffère des genres suivants :

a) D'*Aprion*, *Ethelis*, *Verilus*, par la structure du haut du crâne ; l'espace interorbitaire n'étant ni aplati ni séparé de la région occipitale par une ligne de démarcation transversale limitant la crête médiane et les crêtes latérales ; de plus, les frontaux ne sont pas larges en avant comme chez ces genres;

b) D'*Ocyurus*, par la crête occipitale du crâne qui est loin d'atteindre l'ethmoïde ;

c) De *Rhomboplites* et *Apsilus* par le développement bien plus fort de ses canines ;

d) D'*Heterognathodon* (2), par l'absence de pointes à l'opercule;

e) De *Dentex*, par la présence de dentelures au préopercule ;

f) Restent les genres *Nemipterus (Synagris)*, *Symphorus* (3) et *Lutjanus (Mesoprion)* dont notre fossile se distingue immédiatement par le grand développement et la structure des rayons de la dorsale épineuse. Le Sparidé wemmelien ne rentrant dans aucun de ces genres doit se rapporter à un genre nouveau, pour lequel je propose le nom de *Ctenodentex*.

(1) Jordan et Fesler, *loc. cit.*, p. 366 et suiv.

(2) A. Günther. *Catalogue of Acanthopterygian Fishes*, vol. I, p. 364.

(3) A. Günther. *Notice of two new Fishes from Celebes.* (Ann. and Mag. Nat. Hist., 4 series, Vol. 9, 1872, p. 438).

4. — Comparaison de Ctenodentex (Dentex) laekeniensis Van Beneden, avec les genres Dentex et Lutjanus.

D'après ce que l'on a vu dans le paragraphe précédent, si l'on fait abstraction de la dorsale épineuse, c'est des genres *Symphorus*, *Nemipterus* et *Lutjanus* que notre fossile se rapproche le plus. Les deux premiers genres appartiennent au groupe *Denticinæ ;* le troisième au groupe *Lutjaninæ*. Le caractère principal qui distingue ces deux groupes l'un de l'autre, la présence ou l'absence de dents sur le vomer et les palatins (1), ne pouvant se voir sur le fossile, il nous a paru intéressant d'établir une comparaison détaillée de notre fossile avec les squelettes de *Dentex* et *Lutjanus :* genres types de ces deux groupes, afin de mieux fixer ses affinités.

CRANE (Pl. IV).

1. Profil du crâne :

Ctenodentex (fig. 4), presque droit ;

Lutjanus (fig. 1), presque droit ;

Dentex (fig. 2), courbé, surtout en face des orbites.

2. Crêtes temporales :

Ctenodentex (fig. 4), fort courtes ;

Lutjanus (fig. 1), assez courtes ;

Dentex (fig. 2), très développées.

3. *Préfrontaux* (prf.) :

Ctenodentex (fig. 4), forment des espèces d'apophyses aux bords antérieurs des orbites ; leurs faces supérieures sont unies ;

Lutjanus (fig. 1), ne forment pas d'apophyses ;

Dentex (fig. 2), forment des espèces d'apophyses, mais leurs faces supérieures sont percées d'une cavité.

4. Face supérieure du Crâne :

Ctenodentex (fig. 5), est étroite, surtout entre les orbites, qui sont indiquées par des concavités ;

Lutjanus, id. ;

Dentex, beaucoup plus large, surtout entre les orbites, qui ne sont indiqués que par des échancrures.

5. Crêtes osseuses :

Ctenodentex (fig. 5), bien développées, les trois crêtes médianes prennent naissance au-dessus du tiers postérieur des orbites, point d'où elles divergent ;

Lutjanus (fig. 1), id. ; seulement elles prennent naissance plus en avant, au-dessus du milieu des orbites ;

(1) Jordan et Fesler. *Loc. cit.*. *A review of the Sparoid Fishes*, etc., p. 368.

Dentex (fig. 2), sont plus ou moins parallèles et prennent naissance en des points différents ; la crête occipitale à la partie antérieure des orbites ; les crêtes pariétales vers le milieu.

6. Frontaux (f.) :

Ctenodentex (fig. 5), assez étroits en avant, s'étendent en avant au delà des orbites ;

Lutjanus (fig. 1), plus larges en avant que chez le précédent;

Dentex (fig. 2), tronqués et larges en avant, ils ont une structure fibreuse et massive.

7. Apophyses postérieures des intermaxillaires :

Ctenodentex (fig. 4), touchent les frontaux;

Lutjanus (fig. 1), touchent les frontaux;

Dentex (fig. 5), restent fort éloignées des frontaux, ce qui est dû au grand allongement de l'ethmoïde et du vomer.

CERCLE SOUS-ORBITAIRE

8. Préorbitaires (por.) :

Ctenodentex (fig. 4), très grands, aussi hauts que larges, s'articulent avec les préfrontaux au moyen d'une facette arrondie ; surface ornée de stries rayonnantes qui partent du point d'attache;

Lutjanus (fig. 1), grands, mais plus longs que hauts, s'articulent avec les préfrontaux au moyen d'une facette creuse arrondie. Surface lisse avec de grands canaux aplatis ;

Dentex (fig. 2), grands, mais beaucoup plus hauts que larges; s'articulent avec les préfrontaux au moyen d'une échancrure dans laquelle s'ajuste un angle de l'os; surface parcourue de stries rayonnantes.

9. Premiers suborbitaires (sor.) :

Ctenodentex (fig. 4), fort petits, de forme allongée et triangulaire ;

Lutjanus (fig. 1), petits et soudés aux préorbitaires;

Dentex (fig. 2), aussi hauts que les préorbitaires avec lesquels ils sont soudés de façon à ne former qu'un seul os.

10. Seconds suborbitaires (sor.) :

Ctenodentex (fig. 4), face externe triangulaire, donnent une très forte lame suboculaire, qui ne s'étend pas en avant de la partie extérieure de l'os ;

Lutjanus (fig. 1), face externe étroite. Lame suboculaire comme chez *Ctenodentex*.

Dentex (fig. 2), face externe quadrilatérale, donnent une lame suboculaire qui s'étend loin en avant dans la cavité des orbites, où elle fournit aussi une apophyse descendante.

11. OSSIFICATIONS DE LA SCLÉROTIQUE

Ctenodentex (fig. 4), bien développées; sur l'une des deux l'on voit une forte empreinte, point d'attache des muscles oculo-moteurs.

Lutjanus, moins développés, pas d'empreinte.

Dentex, semblables à celles du *Ctenodentex*.

APPAREIL DE SUSPENSION DES MACHOIRES.

12. Hyomandibulaire et métaptérygoïdien (h. y. o. m. et m. p. t.)

Ctenodentex (fig. 4), de forme allongée et régulière, le côté antérieur des deux os formant un bord solide presque droit. Les métaptérygoïdiens portent, à leur ligne d'union avec les hyomandibulaires, une apophyse ou crête osseuse horizontale.

Lutjanus (fig. 1), moins allongées avec un côté antérieur solide et concave. Métaptérygoïdiens portant une crête osseuse comme chez *Ctenodentex*.

Dentex (fig. 2), de forme irrégulière; bords antérieurs irréguliers et très minces. Surface externe des deux os lisse, sans trace d'apophyse ou crête osseuse.

13. Os carrés (q).

Ctenodentex (fig. 4), redressés.

Lutjanus (fig. 1), très couchés.

Dentex (fig. 2), id.

MACHOIRES.

14. Prémaxillaires (p. m.).

Ctenodentex, ni épais ni allongés; extrémités distales se terminant en pointes; apophyses postérieures pas fort allongées.

Canines plus fortes que les autres dents de la rangée externe et presque alignées avec elles.

Lutjanus, pas très épais, mais assez allongés, extrémités distales se terminant en pointes; apophyses postérieures peu allongées.

Dents canines plus fortes que les autres dents de la rangée externe, et presqu'alignées avec elles.

Dentex, épais et plus ou moins tronqués à leurs extrémités distales. Apophyses postérieures assez allongées.

Dents canines fortes et implantées à l'extérieur de la rangée externe.

15. Sus-maxillaires (s. m.).

Ctenodentex, s'étendant assez loin en arrière des prémaxillaires, bords inférieurs presque droits.

Lutjanus s'étendant relativement moins en arrière des prémaxillaires, bords inférieurs presque droits.

Dentex, s'étendant peu au delà des prémaxillaires; extrém té des bords inférieurs courbés vers le bas.

16. Dentaires (d.).

Ctenodentex (fig. 4), courts par rapport à l'articulaire; profondément entaillés en arrière. On voit, vers le haut sur la face externe de chaque dentaire, un sillon longitudinal assez profond, dans lequel se trouvent deux trous. Vers le bas il y a 7 à 8 autres trous disposés en deux rangées. Les racines des canines ne forment pas des bourrelets à la surface de l'os et elles ne sont pas beaucoup plus grandes que les autres dents.

Lutjanus (fig. 1), assez courts par rapport à l'articulaire et fortement entaillés en arrière. On voit en haut sur la face externe un sillon profond dans lequel il y a deux trous. Vers le bas il y a deux rangées de trous, dont trois sont assez grands, les autres très petits. Il n'y a pas de bourrelets pour les canines, celles-ci ne sont pas beaucoup plus fortes que les autres dents.

Dentex (fig. 2), grands par rapport à l'articulaire et beaucoup moins échancrés que chez les deux autres genres. Sillon supérieur de la face externe peu marqué et ne contenant qu'un seul petit trou. En dessous, une rangée de trois trous assez grands, et, plus bas, un ou deux petits trous. Forts bourrelets extérieurs pour les canines qui sont placées à l'extérieur des autres dents.

17. Articulaires (art.).

Ctenodentex (fig. 4), relativement grands. La facette creuse pour le quadratum est très concave, l'os se prolonge en arrière de cette facette.

Lujtanus (fig. 1), comme chez *Ctenodentex*.

Dentex (fig. 2), relativement petits. La surface articulaire pour le quadratum est moins concave et l'os ne se prolonge pas en arrière de celle-ci.

18. Angulaires (a n g.).

Ctenodentex, *Lutjanus*, *Dentex*, ne présentent pas de caractères importants.

APPAREIL OPERCULAIRE.

19. Préopercules (p. op.).

Ctenodentex (fig. 4), très hauts, très droits; forment un coude qui est placé fort bas et est peu marqué. Tous leurs bords postérieurs sont finement denticulés, excepté sous le coude, où ils sont minces et sans dentelures. Il y a des plis en éventail sur leurs faces externes. La crête

verticale est nettement marquée, elle est droite et étroite. On ne voit pas d'ouvertures pour les canaux muscipares.

Lutjanus (fig. 1), courbés sur toute leur hauteur. Leurs bords postérieurs sont échancrés à mi-hauteur, et ils sont finement denticulés. Les denticulations sont plus fortes vers le bas, sous l'échancrure. La crête verticale est irrégulière. Les ouvertures du canal muscipare sont allongées et bien développées.

Dentex (fig. 2), forment un coude vers leur tiers inférieur. Tout leurs bords postérieurs sont membraneux. La crête longitudinale est large et droite. Les ouvertures du canal muscipare sont bien développées.

20. Opercules (o p.).

Ctenodentex (fig. 4), de forme triangulaire, hauts et étroits. Angle inférieur très aigu. Pas de pointes. Il y a un fort rebord en avant. Ils sont recouverts d'une dizaine de rangées d'écailles.

Lutjanus (fig. 1), larges et de forme quadrilatérale.

Dentex (fig. 2), hauts et quadrilatéraux.

21. Interopercules (i. o p.).

Chez *Ctenodentex*, les interopercules sont petits et courts comparés à ceux de *Lutjanus* et *Dentex*.

CEINTURE SCAPULAIRE.

22. Post-temporaux (p. t. t e.).

Ctenodentex (fig. 4), dentelés à leurs bords postérieurs.

Lutjanus (fig. 1), id.

Dentex (fig. 2), pas de denticulation à leurs bords postérieurs.

23. Supraclaviculaires (s. cl.).

Ctenodentex (fig. 4), bords antérieurs avec un rebord bien marqué.

Lutjanus (fig. 1), id.

Dentex (fig 2), pas de rebord antérieur.

24. Clavicules (c. l.).

Ctenodentex (fig. 4), bords postérieurs avec rebords bien marqués.

Lutjanus (fig. 1), id.

Dentex (fig. 2), bords postérieurs sans rebord.

25. Postclaviculaires (p. t. c l).

Ctenodentex (fig. 4), l'inférieur assez large.

Lutjanus (fig. 1), id.

Dentex (fig. 2), l'inférieur long et étroit.

COLONNE VERTÉBRALE.

Ctenodentex. Probablement 24 à 25 vertèbres ; celles que l'on voit, savoir : deux dans la partie antérieure de la région caudale, et deux

situées plus en arrière, ne paraissent pas différer beaucoup de celles de *Lutjanus* et *Dentex*. Les neurapophyses et les hæmapophyses sont fort longues, surtout celles de la région dorsale qui sont très fortes.

NAGEOIRES PAIRES.

27. Pectorales.

Ctenodentex (Pl. III). Il ne reste de ces nageoires qu'un des osselets ptérygiaux.

28. Ventrales.

Ctenodentex, composée d'un fort rayon épineux et cinq rayons articulés. Les rayons articulés, surtout le premier et le second, qui sont conservés sur une assez grande longueur, ne montrent aucune trace de segmentation ni de bifurcation.

Lutjanus. Le premier rayon articulé ne montre aucune trace de segmentation sur une grande partie de sa longuenr, le second sur une longueur moindre.

Dentex. La partie non segmentée des rayons est beaucoup plus courte.

NAGEOIRES VERTICALES.

29. Dorsales.

Ctenodentex (Pl. III), est remarquable par la structure et le développement des premiers rayons épineux. Ceux-ci sont excessivement longs : les plus grands mesurent environ 13 centimètres et dépassent en longueur la hauteur du corps. Comme les extrémités des quatre ou cinq premiers rayons, qui sont couchés sur le dos du poisson, atteignent à peu près le même point malgré la distance à laquelle ils sont implantés les uns des autres, les rayons doivent décroître en longueur d'avant en arrière, et la nageoire devait avoir une forme triangulaire lorsqu'elle était dressée. Les rayons sont lamellaires et assez faibles. Leur base ne s'élargit pas, mais elle est comprimée. Les rayons articulés, dont sept sont conservés, paraissent suivre les autres sans interruption et la nageoire dorsale paraît avoir été continue. Le nouveau spécimen ne montre la base d'aucun des rayons et la nageoire paraît avoir été renfermée dans une gaine profonde.

Lutjanus et *Dentex*. Les rayons épineux sont courts, forts, et à section triangulaire.

30. Anale. (Pl. III.)

Ctenodentex. Il n'y a que cinq ou six rayons articulés de cette nageoire qui aient été conservés sur la spécimen figuré Pl. III ; mais, on voit sur le spécimen figuré par P. J. Van Beneden, un rayon épineux

en place, qui est assez long et fort; de plus, il y a deux autres rayons épineux détachés, dont l'un est celui figuré dans le travail de Van Beneden comme premier rayon de la dorsale. Les rayons mous qui sont conservés sur ce même spécimen sont fortement segmentés et bifurqués.

31. Caudale.

Ctenodentex, neuf rayons de cette nageoire ont été conservés

SQUELETTE DERMIQUE.

Ctenodentex. Les écailles qui recouvrent le corps des deux spécimens sont plutôt petites. Il y a environ 2 1/2 rangées dans la longueur de la plus grande vertèbre et de 65 à 70 dans la longueur totale du poisson. A la loupe on voit que leur surface libre est couverte de granulations et que leurs bords libres sont crénelés. La partie cachée porte cinq à six plis en éventail.

Lutjanus, écailles assez grandes.

Dentex, écailles assez grandes.

MESURES

Longueur totale du fossile.	0,^{m}29
» » de la tête.	0, 096
Hauteur du corps	0, 145
» de la tête	0, 095
Largeur entre les orbites	0, 018
Longueur du premier rayon épineux de la dorsale . . .	0, 13
» de l'épine de la ventrale	0, 056

Pour résumer ce qui précède, on voit que *Ctenodentex* se rapproche davantage de *Lutjanus* par la structure des parties suivantes de son squelette :

1. Le profil du crâne; 2. le développement des crêtes temporales; 4. la forme du haut du crâne; 5. la forme et le développement des trois crêtes osseuses médianes; 6. la forme des frontaux; 7. la longueur moindre de la région ethmo-vomérienne; 8. la forme des préorbitaires; 9. celle du premier suborbitaire; 10. celle du second suborbitaire; 12. la forme et la structure de l'hyomandibulaire et du métaptérygoïdien; 14. la forme et la structure des prémaxillaires; 15. la forme des sous-maxillaires; 16. celle des dentaires et de leurs dents; 17. celle de l'articulaire; 19. celle du préoporcule; 22. celle du post-temporal; 23. celle des superclaviculaires; 24. celle des clavicules; 25. celle des postclaviculaires; 28. la structure des rayons des ventrales.

C'est comme on voit la grande majorité des caractères :

Les caractères qui diffèrent de ceux de ce genre sont les suivants : 3. l'apophyse que forme le préfrontal ; 13. la position du quadratum ; 20. la forme de l'opercule ; 21. la forme de l'interopercule. Presque tous ces caractères l'éloignent également du genre *Dentex* et nous pouvons conclure que *Ctenodentex* doit probablement se classer à côté de *Lutjanus*.

5. — **Diagnose.**

Ctenodentex. Sparidé à forme de corps comprimée et élevée : la hauteur du corps étant contenue environ deux fois dans la longueur totale, à l'exclusion de la caudale Crâne à profil courbé et de forme élevée. Mâchoires pas fort grandes et armées de canines pointues sans dents molaires ni incisives. Préopercules finement dentelés. Rayons épineux de la dorsale ayant la forme de lames excessivement développées en avant, et donnant à la nageoire une forme triangulaire fort élevée. Anale avec rayons épineux très forts, le premier desquels est très court. Corps couvert d'écailles plutôt petites.

Le développement des rayons épineux rappelle les nageoires de *Velifer* (1), poisson de la même famille, mais différent de notre fossile par l'absence de dents aux mâchoires et aussi par sa bouche très protractile. D'ailleurs chez *Velifer* la nageoire anale a une structure semblable à celle de la dorsale et de plus, tous les rayons des deux nageoires ont un grand développement, ce qui donne à ce poisson une ressemblance singulière avec *Pteraclis* (2) forme qui appartient à une famille différente : celle des *Coryphanidæ*.

(1) Siebold et Schlegel *Fauna Japonica, sive descriptio animalium*, etc. 1823-1830, supplément, p. 312.

(2) Cuvier et Valenciennes. *Histoire naturelle des poissons*, Vol. 9, pl. 359. p. 271.

II

SERRANUS WEMMELIENSIS

R. Storms, n. sp.

Pl. V, fig. 1 et 2

Historique.

L'espèce décrite dans le présent paragraphe n'est représentée que par un seul spécimen qui provient des collections du Dr Putzeys.

Ce spécimen comprend : la tête ; un certain nombre de vertèbres, des rayons épineux de la nageoire dorsale, ainsi que des restes des nageoires ventrales, occupant à peu près leurs positions naturelles dans le bloc de sable durci qui les renferme.

La tête présente une grande ressemblance avec celle figurée par le professeur P. J. Van Beneden dans son travail sur le *Dentex laekeniensis* (1) et qu'il a cru pouvoir rapporter à un crâne de cette espèce dépouillé de sa peau et de ses écailles. Cette tête est près d'un tiers plus grande que celle de notre fossile ; mais, à part cela, elle me paraît identique. Malheureusement je n'ai pu comparer directement les deux fossiles, car je n'ai pu apprendre ce qu'était devenu le spécimen figuré dans le travail du célèbre professeur de Louvain.

Gisement et localité.

Notre fossile a été recueilli par le Dr Putzeys dans les sables wemmeliens (éocène supérieur) de Neder-over-Heembeek, village situé au N.-E. de Bruxelles.

Classification.

A. Le poisson dont nous nous occupons doit rentrer dans le sous-ordre des *Acanthoptérygiens*, comme le prouvent les caractères suivants, qui peuvent se constater sur le fossile (2) :

1° Les pariétaux sont séparés par le supra occipital ;

2° Les prémaxillaires sont distincts des maxillaires et forment les bords supérieurs de la cavité buccale ;

(1) Van Beneden. *Notice sur un nouveau poisson du terrain laekenien, loc. cit.*, p. 422.

(2) G. A. Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, etc., vol. I, p. 1.

3° Les opercules sont bien développés ;

4° La ceinture scapulaire est suspendue au crâne ;

5° Les nageoires ventrales sont thoraciques ;

6° Une partie de la nageoire dorsale est épineuse ;

B. Parmi les *Acanthoptérygiens* c'est dans la division des *Perciformes* du Dr Günther (1) qu'il doit se classer, car :

1° Le corps n'est ni fort allongé ni rubané ;

2° Il n'y a pas de cavités muscipares très développpées dans les os du crâne.

3° La dorsale épineuse est bien développée ;

4° Les ventrales sont thoraciques et il n'y a que quatre ou cinq rayons articulés.

C. Parmi les *Acanthoptérygiens perciformes* c'est dans la famille des *Percidae* du Dr Günther (2) qu'il doit rentrer, car :

1° Les dents des mâchoires sont simples, coniques, et relativement fortes. Il n'y avait ni incisises ni molaires ;

2° Le corps n'est ni très élevé ni très comprimé ;

3° Le préopercule n'est pas pourvu d'un appui osseux (3);

4° Les écailles sont cténoïdes.

Ces caractères, que présente le fossile, l'excluent des autres familles de cette division.

Les Percidés peuvent être subdivisés en un certain nombre de groupes qui sont : les *Centrarchidæ* (4), les *Percidæ* (5), les *Serranidæ* (6), les *Pristipomatidæ.* — Parmi ces groupes, le poisson wemmélien diffère :

A. Des *Pristipomatidæ* (7) :

1° Par la forme du corps, qui est moins élevée qu'elle ne l'est généralement chez les poissons de ce groupe ;

2° Par le développement moindre des crêtes pariétales du crâne ;

3° Par la structure de la bouche, qui devait être peu protractile ;

4° Par le développement moindre des préorbitaires.

(1) Dr A. Günther. *An Introduction to the Study of Fishes*, 1880, p. 374.

(2) Dr A. Günther. *Introduction*, p. 375. Famille que nous adoptons ici dans le but de classer notre fossile.

(3) L'absence d'appui osseux pour le préopercule, chez notre fossile, est confirmée par la structure de cet os, qui n'est pas armé de fortes épines comme chez les espèces qui en sont pourvues.

(4) G. A. Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, etc., vol. I, p. 2.

(5) G. A. Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, etc., vol. I, p. 42.

(6) G. A. Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, etc., vol. I, p. 113.

(7) Nous nous servons ici des caractères donnés par Jordan et Fesler loc. cit. pour leur famille des *Sparidæ*.

B. Des *Centrarchidæ* :

1° Par le développement moindre des canaux muscipares de la surface du crâne ;

2° Par la présence de canines dans les mâchoires : tous les genres qui composent ce groupe en étant dépourvus.

C. Des *Percidæ* par la structure de la face supérieure du crâne (1), car :

1° Le supra-occipital est plus allongé et n'est pas confiné à la partie postérieure du crâne comme chez ces poissons ;

2° Les crêtes pariétales sont plus développées que chez ces poissons ;

3° La crête occipitale est bien plus développée que chez ces poissons.

Reste le groupe des *Serranidæ* dont notre fossile présente tous les caractères.

Ce groupe renferme 57 genres (2) parmi lesquels notre fossile diffère :

1° De *Percichthys* (3), *Percilia* (4), *Lateolabrax* (5), *Niphon* (6), *Morone* (7), *Percalates* (8), *Ctenolates* (9), *Macquaria* (10), *Pomodon* (11), *Parascorpis* (12), *Trachypoma* (13), *Controgenys* (14), *Polyprion* (15), *Oligorus* (16), *Stereolepis* (17), *Dinoperea* (18), *Liopropoma* (19), *Aulacocephalus* (20), *Cromileptes* (21), *Chelidoperca* (22), *Paraplesiops* (23), *Plesiops* (24), *Pogonoperca* (25), *Grammistes* (26), *Rhypticus* (27), *Priacanthus* (28), *Pseudopriacanthus* (29), *Lates* (30), *Psammoperca* (31), *Centropomus* (32), *Ambassis* (33), *Apogon* (34), par la présence de canines aux mâchoires, ces genres en étant dépourvus ;

2° De *Percichthys* (35), *Lateolabrax* (36), *Niphon* (37), *Percalates* (38), *Ctenolates* (39), *Macquaria* (40), *Siniperca* (41), *Acanthistius* (42), *Pomodon* (43), *Trachypoma* (44), *Centrogenys* (45), *Stereolepis* (46), *Gonioplectrus* (47), *Plectropoma* (48), *Paranthias* (49), *Centropristis* (50), *Gilbertia* (51), *Colpognathus* (52), *Odontanthias* (53), *Plectranthias* (54), *Pogonoperca* (55), *Grammistes* (56), *Rhypticus* (57), *Priacanthus* (58), *Lates* (59), *Psammoperca* (60), par l'absence de

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, etc., vol. I, p. 43.

(2) En ajoutant les *Apogoninæ* de Günther aux *Serranidés* décrits dans le nouveau catalogue des poissons du Musée Britannique.

(3 à 32) Voir Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, vol. I.

(33-34) Günther. *Catalogue of Acanthopterygian Fishes*, etc., vol. I, pp. 222 et 229.

(35 à 60) Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, vol. I.

fortes dentelures antrorses à l'angle postérieur du préopercule comme chez ces genres ;

3° De *Liopropoma* (1), *Callanthias* (2), *Pseudoplesiops* (3), *Paraplesiops* (4), *Plesiops* (5), *Trachinops* (6), *Acropoma* (7), *Pomatomus* (8), *Scombrops* (9), par la présence de dentelures au bord postérieur du préopercule, celui de ces genres en étant dépourvu ;

4° De *Plectropoma* (10), *Anyperodon* (11), *Cromileptes* (12), *Paranthias* (13), *Cœsioperca* (14), *Caprodon* (15), *Anthias* (16), *Callanthias* (17), *Plesiops* (18), *Grammistes* (19), *Rhypticus* (20), par l'absence d'une excavation à la partie antérieure des frontaux pour la réception des apophyses postérieures des prémaxillaires comme chez ces genres ;

5° De *Siniperca* (21), *Gonioplectrus* (22), *Chelidoperca* (23), *Gilbertia* (24), *Colpognathus* (25), *Cœsioperca* (26), *Hollanthias* (27), *Anthias* (28), *Plectranthias* (29), *Paraplesiops* (30), par la structure de la face supérieure du crâne qui n'est pas unie et convexe en arrière comme chez ces genres ;

6° De *Pomodon* (31), *Plectropoma* (32), *Epinephelus* (33), *Anyperodon* (34), *Holanthias* (35), par la forme et la structure des pariétaux qui sont courts et ne s'étendent pas en avant jusqu'entre les apophyses postfrontales ;

7° De *Dactylanthias* (36), *Chilodipterus* (37), par la nature de ses écailles qui sont cténoïdes, tandis que celles de ces genres sont cycloïdes.

Reste le genre *Serranus* (38), dont notre poisson ne se distingue par aucun caractère important et dans lequel nous croyons pouvoir le classer, comme nous tâcherons de le prouver par une comparaison avec les espèces vivantes appartenant à ce genre.

Description et comparaison du fossile avec le Serranus scriba, Linn. et le Serranus cabrilla, Linn.

FORME GÉNÉRALE

La tête est courte et élevée; son profil frontal est légèrement courbé. Les orbites ne sont pas fort grandes. La fente buccale est oblique. Le corps est oblong, comprimé et peu élevé.

(1 à 6) Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, vol. I.

(7-8-9) Günther. *Catalogue of Acanthopterygian Fishes*, vol. I, pp. 250, 249, 248.

(10 à 36) Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, vol. I.

(37) A. Günther. *Catalogue of Aeanthopterygian Fishes*, vol. I, p. 248.

(38) Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, vol. I, p. 274.

CRANE

La face supérieure du crâne est assez large. Elle est arrondie en avant et elle s'élargit derrière les orbites.

Toute la partie antérieure de cette face, jusque derrière les orbites, est aplatie et présente une surface ondulée et plissée en certains endroits, mais les crêtes osseuses de la partie postérieure du crâne ne s'y prolongent pas.

Il n'y a pas de cavité en avant entre les extrémités des frontaux pour les apophyses postérieures des prémaxillaires, comme chez certains *Serranidés*.

Deux canaux muscipares parallèles parcourent la surface du crâne et débouchent à la partie antérieure des frontaux.

Cette partie aplatie du crâne est délimitée en arrière par une espèce de crête transversale, contre laquelle viennent s'arrêter cinq crêtes osseuses. Celle du milieu, la crête occipitale, est bien développée, quoiqu'elle ne s'élève pas au-dessus de la surface antérieure du crâne.

Les deux crêtes latérales internes ou pariétales sont assez faibles, mais à arêtes vives; elles convergent l'une vers l'autre et se rejoignent en avant de la crête occipitale. Enfin, les deux crêtes latérales externes, ou squamosales, sont assez bien développées. Elles sont parallèles aux crêtes pariétales.

Chez *Serranus cabrilla*, Linn., et *Serranus scriba*, Linn., la structure de la face supérieure du crâne est tout autre. Elle est bien plus étroite, surtout entre les orbites, où elle est fort rétrécie. Sa surface est plus unie et, de plus, elle est légèrement bombée. La partie antérieure n'est pas nettement délimitée de la partie postérieure du crâne et les crêtes osseuses sont bien moins développées. La surface du crâne du fossile ressemble bien davantage à celle des Serrans dont on a fait le sous-genre *Paralabrax* et dont un crâne est figuré dans le nouveau Catalogue des poissons du Musée Britannique (p. 275, fig. 20).

Les *os nasaux* sont étroits comme ceux des Serrans vivants.

L'*ethmoïde* aussi est tout à fait semblable à celui de ces poissons.

Les *frontaux* sont grands et larges. La plus grande partie de leur surface est aplatie, légèrement ondulée et plissée au-dessus des orbites. Un canal muscipare parcourt la surface de chaque frontal et débouche sur sa partie antérieure.

Cette partie antérieure des frontaux est délimitée en arrière par une espèce de crête transversale formée par la terminaison des excavations pour les muscles latéraux du dos et les crêtes osseuses qui les séparent.

Les crêtes pariétales se prolongent sur les frontaux, et, convergeant

l'une vers l'autre, elles se réunissent à la partie antérieure du supra-occipital.

Chez *Serranus cabrilla*, Linn. et *Serranus scriba*, Linn., les frontaux sont fort étroits en avant et leur surface est plus unie et plus convexe que chez le fossile. Il n'y a pas de crête transversale ou plutôt cette crête, très oblique, ne va que des apophyses post-frontales aux pariétaux; elle est à peine indiquée entre ces derniers et le supra-occipital.

Les *pariétaux* du fossile sont fort courts et portent une mince crête qui se prolonge sur les frontaux.

Chez *Serranus cabrilla* Linn., et *Serranus scriba* Linn., les pariétaux sont courts aussi, mais leur crête n'est représentée quepar un bourrelet.

Le *supra-occipital* est assez grand et il s'étend bien plus loin en avant que les pariétaux. Il commence par une pointe qui s'intercale entre les côtés postérieurs des frontaux. Sa crête occipitale, qui est bien développée, prend naissance immédiatement derrière les frontaux et s'étend assez loin en arrière.

Chez les deux Serrans vivants mentionnés plus haut, le supra-occipital est moins développé; de plus, il est arrondi en avant, et sa crête qui est beaucoup plus courte, ne commence qu'à une certaine distance des frontaux.

Les *préfrontaux* sont hauts et étroits.

APPAREIL DE SUSPENSION DES MACHOIRES

L'*hyomandibulaire* est plutôt faible quoique fort semblable à ceux des *Serranus* vivants.

Le *métaptérygoïdien* est plus haut que chez les *Serranus scriba* et *cabrilla*, ce qui provient de la forme plus élevée de la tête du fossile. La petite crête horizontale, qui se trouve à la partie supérieure de cet os, est aussi beaucoup moins développée que chez ces espèces.

L'*os carré* ne diffère pas de ceux des espèces vivantes auxquelles nous le comparons.

Les *palatins*, dont on ne voit que l'apophyse antérieure de celui de gauche, paraissent avoir la même forme et la même disposition que chez ces espèces.

MACHOIRES

Les *prémaxillaires* ne diffèrent en rien de ceux des Serrans vivants. Leurs apophyses postérieures sont courtes. Le bord alvéolaire élargi

près de la symphyse porte des traces de dents. On remarque d'abord une rangée externe de traces de dents plus fortes assez régulièrement espacées, puis, tout à fait en avant, à l'endroit où l'os est élargi, on voit les traces de deux canines. A l'intérieur de cette rangée il y avait une bande de dents en brosse; cette bande est large en avant, mais devient très étroite en arrière.

Chez les Serrans vivants mentionnés plus haut la dentition est tout à fait la même.

Le *sus-maxillaire* est fort et assez court. Il est moins courbé que celui de *Serranus scriba* et il porte une rainure le long de son bord inférieur.

Le *dentaire* est plus massif que chez les deux espèces de *Serranus* vivants auxquelles nous le comparons. Deux sillons longitudinaux, dans lesquels débouchent les canaux muscipares, parcourent sa face externe ; il y a quatre ou cinq trous dans le sillon supérieur et trois ou quatre dans l'inférieur.

L'articulaire est relativement petit, mais ne diffère pas de ceux des Serrans vivants.

Il en est de même de *l'angulaire*.

APPAREIL OPERCULAIRE

Le *préopercule*, placé verticalement, est légèrement concave en avant, tandis que son bord postérieur forme un angle obtus. La partie au-dessus de l'angle est près de deux fois aussi longue que celle qui se trouve en-dessous.

Son bord postérieur est armé de petites dentelures aiguës qui sont à peine plus fortes vers l'angle de l'os. La surface externe du préopercule est ornée de plis divergents qui correspondent aux dentelures. Le rebord de la partie antérieure de l'os est assez fort.

Chez *Serranus cabrilla* le préopercule est fort semblable mais il est plus courbé et son bord postérieur est plutôt arrondi qu'angulaire.

L'*opercule* est brisé et il est difficile de se rendre compte de sa forme. Il paraît pourtant avoir été armé d'une épine. Il est recouvert, comme celui des *Serranus* vivants, de petites écailles cténoïdes.

Le *préorbitaire* est grand. Il est plus large que haut et il est orné d'une série de plis obliques. On voit vers le haut un rebord parallèle au bord inférieur.

Chez *Serranus cabrilla* et *Serranus scriba* les préorbitaires sont moins grands, plus minces et les plis obliques sont à peine visibles.

Une des ossifications de la sclérotique se trouve encore dans l'orbite gauche.

COLONNE VERTÉBRALE

La colonne vertébrale est représentée par dix vertèbres. Elles ne diffèrent de celles de *Serranus cabrilla* et *Serranus scriba* que par leur forme un peu plus allongée.

La première des vertèbres conservées, qui est la cinquième avant les vertèbres caudales, porte de courtes parapophyses ; celles des vertèbres qui suivent sont plus longues.

NAGEOIRES IMPAIRES

La *nageoire dorsale* n'est représentée que par sept rayons épineux qui sont déplacés.

Ces rayons sont assez longs, mais ils sont plus grêles que ceux de *Serranus cabrilla* et *Serranus scriba.*

Les autres nageoires impaires manquent.

NAGEOIRES PAIRES

Le *post-temporal* est la seule pièce de la ceinture scapulaire qui ait été conservée. Il s'attache à l'épiotique et ne paraît pas différer de celui des espèces vivantes.

Les nageoires ventrales sont thoraciques.

Le *bassin* est plus faible que celui des *Serranus* auxquels nous comparons le fossile.

Les nageoires ventrales se composent d'un rayon épineux assez long mais plutôt faible et de quatre ou cinq rayons articulés.

ÉCAILLES

Les *écailles* qui recouvrent l'opercule, les seules conservées, sont assez petites et plus hautes que longues. Leur côté antérieur porte cinq ou six plis en éventail.

Le côté postérieur libre est garni de pinnules.

MESURES

Longueur totale du fossile	0m. 90
» de la tête	0. 036
Hauteur maximum de la tête	0. 037
» du corps	0. 035
Largeur du crâne entre les orbites	0. 041
Longueur d'une vertèbre	0. 005
» d'une épine de la dorsale	0. 018

Comme conclusions de la comparaison que nous venons de faire, nous constatons que le Percidé wemmelien se rapproche par presque tous ses caractères des Serrans vivants avec lesquels nous l'avons comparé. La structure de la face supérieure du crâne présente seule quelques divergences; mais ces divergences ne sont pas plus grandes que celles qui caractérisent le sous-genre *Paralabrax* (1) parmi les autres Serrans. La face supérieure du crâne de ce sous-genre est d'ailleurs fort semblable à celle du fossile, tout en présentant certaines différences; aussi nous croyons que notre fossile occupe dans le genre *Serranus* une position analogue à celle des *Paralabrax*, mais qu'il ne peut toutefois rentrer dans ce sous-genre.

Les Serranus fossiles et détermination spécifique du Serranus wemmelien.

Il nous reste à rechercher si notre poisson ne doit pas se rapporter à l'une des espèces fossiles décrites. Malheureusement, son état de conservation incomplet rend la comparaison avec les descriptions et les figures de ces espèces fort difficile. Aussi la différentiation du Serran wemmelien d'avec les autres espèces fossiles n'offre, pour plusieurs des espèces, qu'un caractère de probabilité.

1° Parmi les espèces fossiles décrites notre *Serranus* diffère :

a. De *Serranus microstomus*, Ag. (2), par la forme beaucoup moins élevée de son corps;

b. De *Serranus occipitalis*, Ag. (3), par la forme des rayons épineux de la nageoire dorsale, qui sont plus allongés et plus grêles que ceux de cette espèce ;

c. De *Serranus ventralis*, Ag. (4), par le développement bien moindre de ses nageoires ventrales ;

d. De *Serranus rugosus*, Heckel (5), par les dimensions plus considérables de ses mâchoires et de son préoporcule, ainsi que par son profil frontal plus droit.

e. De *Serranus validus*, Kramb (6), par ses vertèbres bien plus grêles que celles de cette espèce;

(1) G. A. Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, etc., vol. I, p.

(2) Agassiz. *Poissons fossiles*, vol. IV, p. 100, tab. 23a.

(3) Agassiz. *Poissons fossiles*, vol. IV, p. 102, tab. 23.

(4) Agassiz. *Poissons fossiles*, vol. IV, p. 104, tab. 23b.

(5) J. Heckel. *Bericht über die vom Herrn Cavaliere Achille de Zigno hier angelangte Sammlung fossiler Fische*. Sitzungsb. math. naturw. Classe. K. Akad. Wiss Bd. XI, 1853, p. 18.

(6) Gorganovic Kramberger. *De piscibus fossilibus Comeni, Urzeci, Lessinae,*

f. De *Serranus stiriacus*, Kramb (1), par la forme bien plus allongée des épines de sa nageoire dorsale.

g. Du *Serranus rudis*, Bassani (2), par les épines de sa nageoire dorsale, qui sont moins massives et moins courbées que celles de cette espèce ;

h. Du *Serranus altus*, Kramb (3), par la structure de ses vertèbres, qui ne portent pas de fossettes de chaque côté, comme celles de cette espèce ;

i. De *Serranus dubius*, Kramb (4) et *Serranus pentacanthus*, Heckel (5), par les dentelures moins fortes de son préoporcule.

Comme on le voit, le *Serranus* wemmelien diffère de toutes ces espèces, aucune d'elles n'appartient au même horizon géologique, et je crois pouvoir le rapporter à une espèce nouvelle que je propose de désigner par le nom de : « *Serranus wemmeliensis*, n. sp. », pour rappeler le nom du terrain dans lequel il a été trouvé.

et M. Libanonis et appendix. De piscibus oligocœnicis ad Tüffer, Sagor et Trifail. Edidit Academia Scientiarum et Artium. Slav. Merid. U. Zagrebo, 1895, p. 59, t. X, fig. 2.

(1) Gorganovie Kramberger. *De piscibus oligocœnicis*, etc., *loc. cit.*, p. 60, t. X, fig. 3.

(2) E Bassani. *Richerche sui pesci fossili di Chiavon.* Acc. R. Sc. Napoli, 1889, p. 63, tab. 6, fig. 2.

(3) Drag. Kramberger Gorganovic. *Die Yungtertiäre Fischfauna Croatiens.* Beitrag zur Paläontologie Osterreichs-Ungarns und des Orients. II. Bd. Heft III et IV. Wien, 1882, p. 101, tab. XXIII, fig. 1.

(4) Drag. Kramberger Gorganovic. *Die Yungtertiäre Fischfauna Croatiens*, etc., *loc. cit.*, p. 103, tab. XXVIII, fig. 5.

(5) Heckel. *Neue Beitrage zur Kenntniss der fossilen Fische Osterreichs.* Denkschr. K. Ak. Wien. 1861, p. 68.

III

APOGON MACROLEPIS

Storms n. sp.

Pl. V, fig. 3, 4, 5, 6, 7.

Historique.

Une petite espèce de Téléostéen est représentée dans les collections recueillies par M. Vincent et le Dr Putzeys, par plusieurs têtes généralement accompagnées de portions plus ou moins considérables du corps encore recouvert d'écailles. C'est apparemment à cette espèce que se rapportaient la plupart des poissons qui formaient les bancs dont nous avons parlé au commencement de ce travail.

Gisement et localité.

Quelques-unes de ces petites têtes ont été recueillies par M. G. Vincent, dans les sables wemmeliens de Wemmel, mais les trois plus beaux spécimens, dont deux sont figurés (Pl. V, fig. 3. 4. 5.) proviennent des sables de même âge de Neder-Over-Heembeek, et faisaient partie des collections du Dr Putzeys.

Classification.

Malgré leur état de conservation imparfait, qui ne nous permet pas de nous rendre compte ni de la forme générale du corps ni de celle des nageoires, nous croyons pouvoir rapporter ces restes à un *Acanthoptérygien* du genre *Apogon*.

1° C'est un *Acanthoptérygien* (1), car :

a Les pariétaux sont séparés par le supra-occipital;

b. Les prémaxillaires sont distincts des maxillaires et forment les bords supérieures des mâchoires ;

c. Les opercules sont bien développés ;

d. Les ventrales sont thoraciques ;

e. La dorsale renferme un certain nombre de rayons épineux.

(1) Voir Boulenger. *Catalogue of Perciform Fishes*, etc., vol. I, p. 1.

2° Il doit rentrer dans la division des *Acanthoptérygiens perciformes,* car :

a. Il n'y a pas de support osseux pour le préopercule ;

b. La dorsale épineuse est bien développée ;

c. Les ventrales sont thoraciques.

3° Parmi les *Acanthoptérygiens perciformes*, c'est dans le groupe des *Apogoninæ* qu'il doit rentrer, car (1) :

a. Les écailles qui ont recouvert le corps sont fort grandes et paraissent avoir été peu adhérentes ;

b. La fente buccale est oblique ;

c. Le préopercule a un double bord denticulé.

4° Parmi les genres qui composent le groupe des *Apogoninæ* (2), il diffère de :

a. *Chilodipterus* (3) ; *Scombrops* (4) ; *Acropoma* (5) ; par sa dentition qui est composée de dents villiformes sans canines ;

b. De *Pomatomus* (6) par la présence de crénelures au préopercule ;

c. D'*Ambassis* (7) par l'absence d'une épine proéminente à l'opercule et par la présence d'un double bord dentelé sur toute la longueur du préopercule.

Reste le genre *Apogon* avec lequel notre poisson présente une grande ressemblance, comme le fera ressortir la comparaison avec l'*Apogon imberbis*, à laquelle nous allons procéder.

Comparaison de l'Apogon fossile avec l'Apogon imberbis, Willgb. vivant.

FORME GÉNÉRALE

La tête est courte et assez large ; les orbites sont grandes ; la bouche est grande et obliquement fendue. Le corps paraît avoir été ovale et comprimé.

Chez *Apogon imberbis* tous ces caractères sont les mêmes.

(1) A. Günther. *Catalogue of Acanthopterygian Fishes*, etc., vol. I, p. 57.
(2) A. Günther. *Catalogue of Acanthopterygian Fishes*, etc., vol. I, p. 57.
(3) A. Günther. *Ibid.*, p. 248.
(4) A. Günther. *Ibid.*, p. 249.
(5) A. Günther. *Ibid.*, p. 250.
(6) A. Günther. *Ibid.*, p. 249.
(7) A. Günther. *Ibid.*, p. 222.

CRANE

La face supérieure du crâne est tout à fait semblable à celle du crâne d'*Apogon imberbis*. Comme chez cette espèce, les fortes arcades que forment les frontaux au-dessus des orbites, donnent naissance à deux sillons qui s'unissent en une excavation située à la partie antérieure du crâne et au milieu de laquelle s'élève une crête osseuse longitudinale. La surface convexe de la boîte cranienne est unie, et la crête occipitale ne commençait probablement que fort en arrière. Comme chez *Apogon imberbis*, on voit sur cette partie du crâne quelques petites aspérités ou épines aiguës symétriquement disposées (Pl. V, fig. 7).

Les orbites sont grandes.

Le *parasphénoïde*, qui est bien visible sur l'un des spécimens, montre que, comme chez *Apogon imberbis*, il s'unit à l'*entoptérygoïdien* de façon à former une cloison bien fermée sous les orbites.

Les *préfrontaux* peu visibles sont placés obliquement.

APPAREIL DE SUSPENSION DES MACHOIRES

Les *hyomandibulaires* ressemblent à ceux d'*Apogon imberbis*.

Les *os carrés* sont faibles.

Les *entoptérygoïdiens* sont bien développés.

MACHOIRES

Les *prémaxillaires* sont longs et assez grêles. Leurs apophyses postérieures sont courtes et larges.

Chez *Apogon imberbis* ils sont tout à fait semblables, et la partie antérieure du museau présente bien la même apparence que chez le fossile.

Tous les bords alvéolaires des prémaxillaires étaient garnis de petites dents.

Les *susmaxillaires*, bien conservés chez plusieurs spécimens, ne diffèrent en aucune façon de ceux d'*Apogon imberbis*. Ils sont longs, droits et s'élargissent distalement.

La *mandibule* est aussi tout à fait semblable à celle d'*Apogon imberbis*.

Les *dentaires* portent les traces d'une bande étroite de petites dents.

Les *articulaires* ne diffèrent pas non plus de ceux d'*Apogon imberbis*.

SQUELETTE BRANCHIAL

Les *os pharyngiens* ne sont représentés que par un pharyngien supérieur, visible sur un des spécimens. Cet os paraît avoir été armé de fort petites dents arrondies.

Chez *Apogon imberbis* toutes les dents pharyngiennes sont pointues.

APPAREIL OPERCULAIRE

Les *préopercules* ont un double bord dentelé. Le bord postérieur est armé de dentelures, surtout vers le coude que forme l'os ; et sa face externe est ornée de plis en éventail.

Le bord antérieur, bien développé, porte trois à quatre fortes dentelures.

Chez *Apogon imberbis* les préopercules sont en tout semblables, mais leurs dentelures sont moins fortes.

Les *opercules* sont lisses, de forme triangulaire et ne sont armés que d'une pointe. Il y a un fort rebord antérieur vertical.

Chez *Apogon imberbis* les opercules ne diffèrent que par leur forme moins élevée.

CERCLE SUBOCULAIRE

Les *préorbitaires* sont assez grands. Ils portent une crête plus ou moins dentelée, d'où partent trois petites crêtes radiales divergentes.

Chez *Apogon imberbis* les préorbitaires sont bien moins larges.

COLONNE VERTÉBRALE

Deux ou trois vertèbres ont été conservées sur un des spécimens, elles ne diffèrent pas de celles d'*Apogon imberbis*.

CEINTURE SCAPULAIRE

Un des *supraclaviculaires* a été conservé ; il ne diffère pas de ceux des *Apogons* vivants.

NAGEOIRES VERTICALES

On voit sur un des spécimens trois ou quatre rayons épineux de la nageoire dorsale. Le premier est assez grêle, le second est plus fort que le premier et que celui qui suit. Assez loin derrière ces rayons on en voit un quatrième, qui doit avoir appartenu à la seconde dorsale.

Ces rayons, par leur forme et leur disposition, concordent bien avec ceux d'*Apogon imberbis*.

ÉCAILLES

Les écailles sont grandes et lisses. Elles portent en avant sept à huit plis en éventail et leur bord postérieur libre est garni de deux ou trois rangées de pinnules.

Chez *Apogon imberbis* les écailles sont bien moins grandes et elles portent en avant un nombre plus considérable de plis en évantail.

OTOLITHE

Une otolithe est visible au fond de l'orbite d'un des spécimens, il correspond bien à celui d'*Apogon imberbis*.

MESURES

Longueur totale du corps	0.m062
« « de la tête.	0. 023
Hauteur maximum du corps	0. 003
Longueur de la tête entre les orbites	0. 007
Longueur du second rayon épineux de la dorsale . . .	0. 018
Hauteur d'une écaille	0. 008

Comme nous venons de le voir, une comparaison détaillée de toutes les parties conservées du squelette de l'*Apogon* fossile avec les parties correspondantes de l'*Apogon imberbis* nous a montré une grande conformité de tous les caractères et nous croyons pouvoir rapporter le poisson wemmélien au genre *Apogon*. Il nous reste à le comparer aux espèces fossiles rapportées à ce genre.

Comparaison de l'Apogon wemmelien avec les Apogons fossiles

A ma connaissance deux espèces fossiles ont été rapportées au genre Apogon. L'une, l'*Apogon spinosus*, Agassiz (1) provient du Monte-Bolca. Elle se distingue immédiatement de l'espèce wemmelienne par ses écailles, qui sont bien plus petites. L'autre, l'*Apogon krambergeri*, Bassani (2), a été découverte dans les couches du miocène inférieur de Chiavon. Malheureusement ni la description publiée par le Dr Bassani ni la planche qui l'accompagne ne peuvent nous servir à com-

(1) Agassiz. *Poissons fossiles*, vol. IV, p. 65, tab. 9, fig. 2, 3, 4.

(2) F. Bassani. *Richerche sui pesci fossili de Chiavon*. Acc. R. Sci. Fis. Napoli, 1889, p. 59, tab. V, fig. 4.

parer avec notre fossile, mais, comme elle provient de couches plus récentes que l'éocène supérieur, il est peu probable qu'elle puisse se rapporter à la même espèce. Nous croyons donc pouvoir créer une espèce nouvelle pour notre Apogon et nous le désignerons d'après son caractère le plus important : la grandeur de ses écailles, par le nom d'*Apogon macrolepis*. Sp. nov. R. Storms.

IV

EOMYRUS DOLLOI

Storms. n. gn. et n. sp.

Pl. V, fig. 8 et 9 et Pl. VI.

Historique.

Parmi les restes de poissons recueillis par M. G. Vincent se trouvent un petit crâne et un certain nombre de vertèbres provenant probablement du même individu.

Gisement et localité.

Ces restes ont été découverts dans les sables wemmeliens (éocène supérieur) de Wemmel, village situé au Nord de Bruxelles.

Classification.

Le crâne doit se rapporter à un poisson de la famille des *Muræniduæ*, car il présente la structure caractéristique des poissons de cette famille :

1° Il est long, étroit, et déprimé;

2° Toutes ses parties sont bien ossifiées;

3° Il se prolonge en avant en un rostre formé par la coalescence de l'ethmoïde du vomer et des prémaxillaires.

4° Les frontaux sont fort épais en avant et donnent de fortes apophyses qui, dirigées vers le bas et en arrière, vont s'unir au basisphénoïde et aux alisphénoïdes;

5° Les orbitosphenoïdes manquent comme ossifications distinctes;

6° Les préfrontaux ne sont pas ossifiés;

7° Les pariétaux sont assez grands et se touchent sur toute leur longueur ;

8° Le supra-occipital est petit ;

9° Les opisthotiques manquent ;

10° Le canal des muscles de l'œil est atrophié.

Les nombreux genres de *Murænidés* peuvent être divisés en quatorze groupes ou familles (1) parmi lesquels notre fossile diffère :

1° Des *Nemichthyidæ* (2) par la forme de son rostre, qui n'est pas long et grêle, et qui ne se termine pas en une pointe effilée, recourbée vers le haut comme chez ces poissons ;

2° Des *Heterocongridæ* (3), des *Simenchelyidæ* (4), et des *Saccophapharyngidæ* (5), par la forme du rostre, qui n'est pas court et obtus comme chez ces familles ;

3° Des *Murænesocidæ* (6), des *Ilyophidæ* (7), des *Ptyobranchidæ* (8), par le mode de distribution des dents sur le vomer, qui ne sont pas alignées soit en une seule rangée, soit en plusieurs rangées dont la médiane serait formée de dents beaucoup plus fortes comme chez les genres qui composent cette famille ;

4° Des *Synaphobranchidæ* (9), aussi par le mode de distribution des dents sur la face palatine du rostre, qui y forment une bande continue et ne sont pas groupées soit en une plaque soit en deux plaques comme chez les genres qui composent cette famille ;

5° Des *Nettastomidæ* (10), par la forme beaucoup moins allongée de son rostre ;

(1) J'emploie ici la division des *Murænidæ* en familles telle qu'elle est donnée dans le travail récent de D. S. Jordan et B. M. Davis: *A preliminary review of the Apodal fishes or Eels inhabiting the Waters of America and Europe*. Rep. U. S. Comm. Fish. and Fisheries, 1888. Washington, 1892, p. 581. J'ai ajouté les familles des *Saccopharyngidæ* et des *Ptyobranchidæ* de Günther. Catalogue Fishes Brit. Mus., vol. VIII, 1870, p. 22.

(2) Jordan and Davis. *A preliminary review*, etc., *loc. cit.*, p. 584.

(3) Jordan and Davis. *Ibid.*, p. 584.

(4) Jordan and Davis. *Ibid.*, p. 584.

(5) Günther. *Catalogue of the Physostomi in the British Museum*, vol. VIII, p. 22.

(6) T. Gill. *The Osteological characteristics of the family Murænesocidæ*. Proc. U. S. Nat. Mus., vol. XIII, 1890.

(7) Jordan and Davis. *A preliminary review of the Apodal fishes*, etc., *loc. cit.*, n° 671. Les caractères employés ici sont pris de ceux d'*Ilyophis brunneus*, la seule espèce connue.

(8) Günther. *Catalogue of the Physostomi*, etc., vol. VIII, p. 90.

(9) Jordan and Davis. *A preliminary review*, etc., *loc. cit.*, p. 584.

(10) Jordan and Davis. *Ibid.*, p. 583.

6° Des *Muræniddæ* (1), par la forme beaucoup plus étroite de son rostre ;

7° Des *Ophichthyidæ* par la structure de son crâne, qui diffère beaucoup de celui d'*Ophichtys*, comme on le verra plus loin ;

8° Des *Anguillidæ* (2), par la forme différente de la face palatine de son rostre, qui est arrondi en avant au lieu de se terminer en forme de T comme chez *Anguilla* ;

9° Des *Congridæ* (3), car il diffère de tous les genres de cette famille ;

a. d'*Uroconger* (4), par la distribution des dents sur le vomer qui, chez le fossile, forment une bande, au lieu d'être implantées en une seule rangée, comme chez ces poissons.

b. De *Conger* (5), par la distribution des dents sur le vomer, car elles ne sont pas confinées à la partie antérieure de l'os.

c. De *Promyllantor* (6), par la distribution des dents sur le palais, car elles n'y forment pas une large plaque comme chez ce genre.

d. De *Pœciloconger* (7), par la nature de ses dents, qui sont plus fortes et par leur mode d'implantation sur le vomer, où elles occupent toute la largeur de l'os, au lieu d'y former une bande étroite comme chez ce genre.

e. *D'Ophysoma (Congromuræna)* (8), par la nature des os du crâne, qui n'ont pas les larges cavités muscipares qui s'observent chez ce genre.

f. De *Coloconger* (9), par la présence de dents sur le vomer.

(1) T. Gill. *The osteological characteristics of the family Muræniddæ*. Proc. U. S. Nat. Mus., vol. XIII, 1890, n° 165.

(2) Jordan et Davis, à l'exemple de Gill, ont créé une famille spéciale qui ne comprend que le genre *Anguilla*. Voir Jordan and Davis. *A review of the Apodal fishes or Eels*, etc., p. 584 et Gill, *The Osteological characteristics of the family Anguillidæ*. Proc. U. S. Nat. Mus., vol. XIII, p. 157.

(3) Jordan and Davis. *Loc. cit.*, p. 584.

(4) Jordan and Davis. *A preliminary review of the Apodal fishes or Eels*, etc., *loc. cit.*, p.

(5) Günther. *Catalogue of the Physostomi in the British Museum*, vol. VIII, p. 37.

(6) Alcock. *Ann. and Mag. Nat. Hist. (e)* VI. Zool. Record. 1890.

(7) A. Günther. *Report on several collections of fishes recently obtained for the British Museum*. Proc. Zool. Soc., 1871, p. 673.

(8) Jordan and Davis. *A preliminary review of the Apodal fishes*, etc., *loc. cit.*, p. 658.

(9) A. Alcock. *On the Bathybial fishes of the Bay of Bengal aud neighbouring waters obtained during the seasons 1885-1887*, Ann. and Mag. Nat. Hist., vol. IV (b) 1889, p. 45.

10° Restent les *Myridæ (Echeliïdæ* Jordan*)*; parmi les genres qui composent cette famille notre fossile diffère :

a. De *Chilorhinus* (1), *Ahlia* (2), par la présence de dents sur le vomer.

b. De *Myrophis* (3), *Paramyrus* (4), *Muræniсhthys* (5), *Bathymyrus* (6), par le mode de distribution des dents sur le vomer, qui y forment une bande occupant toute la largeur de l'os, au lieu d'être distribuées en une ou deux séries comme chez ces genres.

Reste le genre *Myrus (Echelus)*, dont le fossile se rapproche beaucoup par tous ses caractères, comme nous nous proposons de le faire voir dans le paragraphe suivant, qui sera consacré à une étude comparative du crâne fossile et de ceux des genres *Myrus*, *Conger*, *Anguilla*, *Nettastoma*, *Ophichthys*, et *Muræna*.

Comparaison du crâne fossile avec ceux de : « Myrus vulgaris » L.; « Conger vulgaris » Cuv.; « Anguilla vulgaris » Turt.; « Nettastoma melanurus » Raf.; « Ophichthys serpens » L.; « Muræna helena » L.

FACE SUPÉRIEURE DU CRANE

Pl. V, fig. 8, et Pl. VI, fig. 7 et 10.

1. La face supérieure du crâne fossile présente, comme chez *Myrus*, *Conger*, *Anguilla*, *Nettastoma*, et *Ophicthys*, la forme d'un triangle très aigu.

Chez le fossile les proportions sont les mêmes que chez *Myrus* et *Conger*.

Chez *Anguilla* le crâne est plus élargi en arrière.

Chez *Ophichthys* et *Nettastoma* il est, au contraire, beaucoup plus étroit et allongé.

Chez *Muræna* la forme triangulaire du crâne est masquée par l'élargissement de la partie antérieure du museau, le développement des apophyses latérales des frontaux et le retrécissement du milieu du crâne.

(1) Jordan and Davis. *A preliminary review of the Apodal fishes*, etc., *loc. cit.*, p. 638.

(2) Jordan and Davis. *Ibid.*

(3) Jordan and Davis. *Ibid.*, p. 638.

(4) Jordan and Davis. *Ibid.*

(5) Günther. *Catalogue of Physostomi*, etc., vol. VIII, p. 52.

(6) Alcock. J. A. S. B. LVIII, p. 305, pl. XXII, fig. 6. Zool. Rec. f. 1890.

2. La surface du crâne du fossile comme celle du crâne de *Myrus* et *Ophichthys* est plus unie que chez *Conger*, *Anguilla*, *Nettastoma* et surtout *Muræna*.

3. Comme chez *Myrus* et *Ophichthys* une crête osseuse fort basse s'étend depuis l'ethmoïde jusqu'au supra-occipital ; cette crête manque tout à fait chez *Conger* et partiellement chez *Anguilla*. Chez *Nettastoma* et *Muræna* elle est au contraire bien plus développée.

L'*Os prémaxillo-ethmo-vomérien* (1). — Chez les *Muræniidés* la partie antérieure du crâne est formée par une ossification unique, résultat, suivant l'opinion de Meckel, de la coalescence de l'éthmoïde du vomer et des prémaxillaires. Cette opinion, confirmée depuis par Jacoby (2), a été adoptée par Ficalbi (3), Günther et d'autres auteurs.

4. Chez le fossile la face supérieure de ce complexe osseux (pl. V, fig. 9 eth.) est longue, étroite, arrondie en avant et légèrement étranglée vers son tiers antérieur. Elle se termine en arrière en une pointe qui s'emboîte dans une échancrure entre les frontaux.

On voit, au-dessus de l'extrémité antérieure de l'os, quatre petits trous où débouchaient probablement les canaux muscipares.

Chez *Myrus* (pl. V, fig. 12) cette partie de l'os prémaxillo-ethmo-vomérien est tout à fait semblable à celle que nous venons de décrire chez le fossile.

Chez *Conger* elle diffère : 1° par les deux petites entailles qui, placées de chaque côté de la partie antérieure du complexe, servent à l'articulation des sus-maxillaires ; 2° par la crête verticale qui s'élève sur son tiers antérieur.

Chez *Anguilla*, elle diffère : 1° par la forme de son extrémité antérieure qui se termine en forme de T ; 2° par la crête verticale qui, comme chez *Conger*, règne sur sa partie antérieure.

Chez *Nettastoma* elle diffère : 1° par sa forme étroite et très allongée ; 2° par la structure de son extrémité qui se termine par un petit disque.

Chez *Ophicthys* la partie antérieure de l'os prémaxillo-ethmo-vomérien bien que plus allongée, ressemble davantage à celle du fossile ; elle en diffère pourtant : 1° par la présence de deux petites entailles qui,

(1) Ficalbi, E. *Sulla conformazione dello Scheletro cefalico dei pesci Muræ-noidei italiani*. Atti. Soc. Tosc. Sci. nat. Pisa. Mém., vol. VIII. 1887, p. 110.

(2) Jacoby, L. *Ueber die Knochenbau d. Oberkinnlade bei d. Aalen, Murœnoidei Müll.* (Inaugural Dissert., Halle, 1867.

(3) Ficalbi. *Loc, cit.*, p. 110.

de part et d'autre, délimitent la tête de l'os; 2° par la présence d'un seul petit trou pour les canaux muscipares, au lieu de quatre comme chez le fossile.

Enfin chez *Muræna* la forme de cette partie du crâne diffère tout à fait de celle des autres genres. La partie prémaxillaire est courte et très large et elle est nettement délimitée en arrière par deux grandes facettes articulaires pour les sus-maxillaires. Au-dessus de l'os s'élève une forte crête, formée apparemment en partie par l'ethmoïde et en partie par les prémaxillaires. Cette crête se termine en une pointe qui va s'intercaler entre les frontaux.

Les Préfrontaux, comme chez la plupart des Murænidés, n'étaient pas ossifiés; mais, la place qu'ils occupaient se reconnaît très clairement, sur le crâne fossile, aux rugosités que l'on observe de chaque côté de l'ethmoïde.

5. *Frontaux.* — Chez les Murænidés la partie antérieure des frontaux a une structure toute différente de celle qui s'observe chez la plupart des Téléostéens. En avant ces os perdent la forme de lames osseuses recouvrant le crâne comme un toit, car ils deviennent massifs et épais, surtout au-dessus des orbites; de plus, de leur face inférieure descendent de fortes apophyses dirigées en arrière, qui vont s'unir aux alisphénoïdes et au basisphénoïde et contribuent de cette façon, à former les parois latérales de la boîte cranienne et les bords du trou antérieur du crâne.

Une structure semblable ne me paraît pouvoir bien s'expliquer qu'en supposant qu'il s'est passé ici quelque chose de semblable à ce qui a eu lieu pour l'ossification antérieure du crâne, et que les frontaux des Murænidés représentent aussi un complexe de plusieurs os soudés ensemble pour fournir un support plus solide à l'os prémaxillo-ethmo-vomérien.

Si l'on examine la région correspondante du crâne de la plupart des Physostomes on voit, en avant des alisphénoïdes et du basisphénoïde, un os qui parfois a la forme de deux lames ou ailes réunies vers le bas et qui peut contribuer à former les bords du trou antérieur du crâne. Cet os, qui a été appelé *Orbitosphénoïde,* est représenté chez *Amia* (1) par des lames osseuses circulaires formant aussi les bords supérieurs du trou pour les nerfs optiques. Supposons cet orbitosphénoïde soudé aux frontaux et nous aurons une structure identique à celle des Murænidés. Des traces de sutures que l'on peut observer sur certains crânes de *Conger* semblent fournir la preuve directe que c'est

(1) Sagemehl. *Kopfskelet von Amia calva.* Morphol. Jahrb. Bd. IX, p. 202.

bien ce qui s'est passé chez ces poissons. D'autres Murænidés, tels qu'*Ophichthys*, ont conservé encore mieux les traces de la nature complexe de leurs frontaux par le grand développement de leurs lames descendantes. La tendance des os antérieurs du crâne des Murænidés à se souder intimement nous est d'ailleurs bien démontrée par les frontaux eux-mêmes, qui, chez certains genres, tels que *Conger*, *Ophicthys*, sont soudés l'un à l'autre, sans qu'il reste de traces de sutures chez les adultes (1).

Les frontaux du fossile (pl. VI, fig. 9 f.) sont tout à fait semblables à ceux de *Myrus* (pl. VI, fig. 10).

Chez *Anguilla* et *Nettastoma* ils s'en rapprochent par leur forme et par leur grandeur relative.

Chez *Conger* et *Ophichthys* ils sont au contraire relativement plus petits; de plus, ils sont soudés l'un à l'autre.

Chez *Muræna* ils ont une forme qui diffère des autres genres; car, au lieu d'être plus ou moins triangulaire, le contour des deux frontaux réunis rappelle la forme d'une croix. *Ophichthys* pourtant nous présente une forme de passage vers ce type de frontaux.

6. Chez le fossile, comme aussi chez *Myrus*, *Conger*, *Anguilla* et *Nettastoma*, on voit, à la partie antérieure des frontaux, plusieurs petites apophyses qui s'élèvent de part et d'autre de la surface de l'os au point d'attache du cercle suborbitaire.

Chez *Ophichthys* ces petites apophyses manquent, l'os du cercle suborbitaire, très fort, s'applique contre le frontal par une large face articulaire.

Chez *Muræna* l'on voit à l'endroit correspondant de fortes apophyses latérales qui, vues d'au-dessus, donnent aux frontaux cette forme de croix qui a été mentionnée plus haut.

7. Les *pariétaux* du fossile (Pl. VI, fig. 7, p.), comme ceux de *Myrus*, ont la forme de plaques polygonales distinctes.

Chez *Anguilla* et *Conger* ils sont plus grands, plus allongés et leur contour, au lieu d'être anguleux, est irrégulièrement arrondi; de plus, des espèces de crêtes ou bourrelets qui se continuent sur les épiotiques, y prennent naissance.

Chez *Ophichthys* et *Nettastoma* les pariétaux ont, comme ceux du fossile, une surface unie ; mais, les contours extérieurs des deux os se confondent de façon à leur donner l'apparence d'une plaque osseuse unique.

(1) J'ai pu constater que cette soudure commence chez de très jeunes individus, par exemple chez des Congres longs de 8 c. m. environ.

Chez *Muræna* les pariétaux ont la même forme que chez ces deux derniers genres, mais ils sont plus petits.

8. Les *épiotiques* (Pl. VI, fig. 7 epo) du fossile sont triangulaires et ils prennent une part plus importante à la formation du toit du crâne que chez la plupart des autres genres.

Chez *Myrus* (Pl. VI, fig. 10) ils ont à peu près la même forme, mais ils sont plus petits.

Chez *Conger*, *Anguilla*, *Nettastoma*, les épiotiques paraissent refoulés de la surface du crâne par le développement plus considérable des pariétaux.

Chez *Ophichthys* ils sont, au contraire, beaucoup plus grands et surtout plus allongés que chez tous les autres genres.

Chez *Muræna* ils sont aussi plus allongés que chez les autres genres, bien qu'ils soient plus petits que chez le fossile, *Myrus* et *Ophichthys*.

9. Le *supra occipital* du fossile (Pl. VI, fig. 7 so) comme celui de *Myrus*, *Ophichthys* ou *Muræna*, est plus grand que celui de *Conger, Anguilla* ou *Nettastoma*.

10. Les *squamosaux* du fossile (Pl. V, fig. 9 sq.) présentent la structure caractéristique qui s'observe chez *Conger*, *Anguilla* et *Nettastoma*. Ils occupent les deux côtés du crâne et se prolongent à l'extérieur des frontaux en deux languettes étroites qui s'étendent jusqu'à une petite distance du point d'attache du cercle osseux suborbitaire. Les squamosaux sont percés dans toute leur longueur d'un canal muscipare qui débouche, d'une part, sur l'arête postérieure du crâne et, de l'autre, au point d'attache du cercle suborbitaire.

Chez *Myrus* (Pl. VI, fig. 10 sq.), *Ophichthys* et *Muræna*, les squamosaux se terminent en avant en pointes qui ne s'étendent qu'à mi-chemin entre les postfrontaux et le cercle des osselets suborbitaires.

PROFIL DU CRANE (Pl. VI, fig. 8).

11. Vu de côté, le crâne du Murænidé fossile paraît plus déprimé et plus allongé que celui de *Myrus* (Pl. VI, fig. 11), *Conger* et *Anguilla ;* mais, il l'est au contraire beaucoup moins que celui d'*Ophichthys* ou *Nettastoma*.

L'os *prémaxillo-ethmo-vomérien* du fossile comme celui des autres Murænidés, se prolonge en avant, en un rostre assez allongé ; en arrière, il se bifurque en deux branches, dont la supérieure, représentant les apophyses montantes des prémaxillaires plus l'ethmoïde, s'articule, comme nous l'avons vu, avec les frontaux; et, l'inférieure, formée par le vomer, qui est en partie brisée chez le fossile, devait

s'intercaler dans une profonde rainure creusée dans la face inférieure du parasphénoïde, comme cela a lieu chez les autres Murænidés.

12. Le côté supérieur du profil de l'os prémaxillo-ethmo-vomérien du fossile, comme celui de *Myrus*, est presque droit, mais cet os est plus déprimé et plus allongé que chez ce genre.

Chez *Conger* et *Anguilla* le contour du profil de l'os est sinueux, surtout vers l'extrémité du museau.

Chez *Ophichthys* et surtout chez *Nettastoma*, le rostre est beaucoup plus allongé et aigu ; de plus, il est recourbé vers le haut, surtout chez ce dernier genre.

Chez *Muræna*, au contraire, le rostre est beaucoup plus courbé et plus obtus.

13. Chez le fossile, comme chez *Myrus*, les faces latérales du rostre sont assez unies : on n'y voit ni de fortes apophyses latérales s'élevant du vomer comme chez *Conger* ; ni celles que forment les prémaxillaires chez *Anguilla*, *Muræna*, *Nettastoma* et même chez *Ophichthys*.

14 Le *complexe frontal* (Pl. VI, fig. 8 b.) du fossile, vu du profil, ressemble à celui de *Conger* et *Myrus*. Comme chez ces genres, ainsi que chez *Muræna*, les frontaux sont percés de trous spéciaux pour le rameau ophtalmique supérieur des nerfs trijumeaux (1). Ces trous sont placés au-dessous des ouvertures des canaux muscipares.

Chez *Nettastoma* les trous pour ces nerfs sont placés entre les alisphénoïdes et le complexe frontal.

Chez *Anguilla* il ne paraît pas y avoir de trous spéciaux pour ces nerfs.

Chez *Ophichthys* les parties des parois latérales du crâne, formées par le complexe frontal, sont plus développées que chez les autres genres, mais il n'y a pas d'ouvertures spéciales pour ces nerfs.

Chez le fossile et chez tous les genres que nous étudions, les bords du trou antérieur du crâne sont formés par les apophyses descendantes du complex frontal et le basisphénoïde.

15. Les *alisphénoïdes* du fossile (Pl. VI, fig. 8 os.) ressemblent à ceux de *Conger*, mais ils sont plus allongés.

Chez *Myrus* (Pl. VI, fig. 11 os.) ils ont la même forme, mais ils portent de petites apophyses qui s'élèvent au-dessus des trous pour les nerfs trijumeaux.

Chez *Ophichthys* ces apophyses sont présentes, quoique bien moins développées.

(1) H. Stannius. *Das peripherische Nervensystem des Fische*. Rostock, 1849, p. 36.

Chez *Muræna* les alisphénoïdes sont très grands et les apophyses très développées forment de fortes crêtes qui contribuent à l'extension de la face articulaire pour l'hyomandibulaire. La surface de l'alisphénoïde n'est percé d'aucun trou chez ce genre.

Chez *Nettastoma* il n'y a pas d'apophyses au-dessus du trou pour les nerfs trijumeaux; mais par contre, d'autres apophyses horizontales très développées s'élèvent sur la partie antérieure de l'os.

16. Le *basisphénoïde* du fossile (pl. VI, fig. 8 bs) est plus développé que chez *Myrus*, *Conger* et *Anguilla* et sous ce rapport il se rapproche de celui de *Nettastoma* et *Muræna*.

Chez *Ophichthys* il est au contraire plus développé que chez le fossile et tous les autres genres.

La partie antérieure du parasphénoïde du crâne fossile est brisée, ce qui permet de voir qu'entre cet os et le basisphénoïde il y avait deux petits canaux divergents, restes, d'après Vrolik (1), du canal des muscles de l'œil, si développé chez la plupart des Téléostéens, mais atrophié chez les Murænidés.

17. Les *prootiques* (pl. VI, fig. 8, pro) du fossile sont plus ou moins endommagés, mais ils ne paraissent pas différer essentiellement de ceux de *Myrus*. Ils sont plus allongés que ceux de *Conger*, *Anguilla* et *Nettastoma*.

Les trous pour le nerf facial et la veine jugulaire occupent les mêmes positions que chez ces genres.

Chez *Murœna* les prootiques sont percés de trous plus nombreux. Il y en a d'abord un grand en avant (2), puis, derrière celui-ci, trois autres plus petits, enfin il y en a encore deux autres beaucoup plus petits placés plus bas.

Chez *Ophichthys* les trois trous pour les nerfs sont alignés. Celui pour la veine jugulaire se trouve dans une forte rainure.

18. Chez *Murœna*, *Ophichthys* et *Myrus* les prootiques se prolongent en arrière en pointes ou ailes qui enveloppent en partie le basisphénoïde. Cette structure des prootiques est peu développée chez le fossile, tandis qu'elle manque chez *Conger*, *Anguilla* et *Nettastoma*.

19 Les *exoccipitaux* du fossile (pl. VI, fig. 8, eo) ressemblent à ceux de *Myrus*, *Conger*, *Anguilla*, *Ophichthys* et la position du trou pour le nerf vague paraît être la même.

(1) Vrolik. *Studien over de verbeening en de beenderen van de Schedel der Teleostei*. Niederl. Arch. f. Zool. Vol. I. p. 61.

(2) Ce sont les trous pour la branche inférieure maxillaire du nerf trijumeau, le nerf facial, la veine jugulaire et l'artère carotide.

Chez *Nettastoma* et *Murœna* les exoccipitaux sont beaucoup plus petits et ont une forme très différente.

20. Le *basioccipital* du fossile (pl. VI, fig. 8, bo) a une forme plus déprimée que celui de *Myrus* mais s'en rapproche pourtant.

Chez *Conger* et *Anguilla* le basioccipital a une forme presque prismatique, au lieu d'être arrondi comme chez le fossile.

Chez *Ophichthys* il a une forme bien moins simple; il se distingue, entre autres, par deux apophyses qui prennent naissance sur le côté inférieur de l'os et sont dirigées en arrière.

Chez *Murœna* cet os est beaucoup plus court que chez *Ophichthys* mais rappelle un peu la forme de ce genre. Il semble qu'une vertèbre, au moins, soit venue se souder au basioccipital de ces deux derniers genres.

Chez *Nettastoma* le basioccipital se distingue par sa forme large et fort déprimée. On y voit aussi deux petites apophyses analogues à celles d'*Ophichthys*.

Mais c'est la surface articulaire pour la première vertèbre qui distingue surtout ce genre des autres, car elle est convexe, au lieu d'être concave comme chez presque tous les Téléostéens.

FACE PALATINE DU CRANE (Pl. VI, fig. 6 et 9).

La face palatine de l'os prémaxillo-ethmo-vomérien est la partie du crâne qui diffère le plus chez les genres que nous comparons au fossile.

21. Chez le fossile (pl. VI, fig. 6) la face palatine de cet os a une forme allongée, arrondie en avant et étranglée vers son tiers antérieur. La régularité de son contour n'est interrompue ni par des apophyses ni par des échancrures comme chez la plupart des autres genres.

Sa surface est entièrement recouverte de traces de dents irrégulièrement distribuées. Ces dents devaient être assez grandes, surtout celles de la ligne médiane de l'os et elles n'étaient pas fort nombreuses car il n'y en avait guère plus de trois sur la largeur de l'os.

Chez *Myrus* (pl. VI, fig. 8) cette face est tout à fait semblable à celle du fossile,

Chez *Anguilla* (pl. VI, fig. 2) elle diffère, car elle se termine en forme de T. Les dents qui la recouvrent sont aussi bien plus nombreuses.

Chez *Conger* (pl. VI, fig. 1) le contour de cette face est bien différent; car on voit, en avant, deux petites échancrures latérales qui délimitent un disque formé par les prémaxillaires; puis, assez loin en arrière, deux fortes apophyses horizontales s'élèvent de chaque côté du vomer

et servent de point d'attache aux arcades palatines. Enfin les dents, au lieu de recouvrir toute la surface de l'os, sont confinées à son extrémité.

Chez *Nettastoma* (pl. VI, fig. 3) la face palatine du prémaxillo-ethmo-vomérien diffère : elle est fort allongée ; et elle est renflée vers son tiers postérieur ; elle se rétrécit graduellement en avant puis se termine par un petit disque. Les dents qui recouvrent toute la surface de l'os sont nombreuses et assez fortes, surtout celles qui occupent la ligne médiane. Il y a une interruption entre les dents du disque et les autres.

Chez *Ophichthys* (Pl. VI, fig. 4) le contour de cette face ressemble un peu à celui du fossile, mais il est beaucoup plus allongé et il se rétrécit graduellement en arrière ; de plus, il est interrompu par plusieurs échancrures : il y en a deux petites, placées en avant, qui délimitent de part et d'autre la tête prémaxillaire de l'os ; puis, loin en arrière, on en voit deux autres qui servent à l'articulation des sus-maxillaires.

La distribution des dents est aussi tout autre, car, elles sont plantées en une rangée sur le vomer, et elles sont disposées en fer à cheval sur les prémaxillaires.

Enfin chez *Muræna* (Pl. VI, fig. 5) la forme de cette face diffère tout à fait des autres genres : d'abord, par le grand développement de la partie antérieure (prémaxillaire) qui est courte et large ; puis, par la réduction de la partie postérieure (vomérienne). Les faces articulaires pour les sus-maxillaires sont aussi plus développées que chez les autres genres. La distribution des dents est la même que chez *Ophichthys*.

22. Le *parasphénoïde* du fossile (Pl. VI, fig. 8 prs.), dont toute la partie antérieure manque, s'élargit, à partir du basisphénoïde, en deux ailes dont les pointes atteignent les trous pour les nerfs trijumeaux ; puis, il se rétrécit rapidement en arrière et se termine en une bande étroite qui s'étend jusqu'à la face articulaire pour la première vertèbre.

Chez *Myrus* (Pl. VI, fig. 9 prs.) il a la même forme, mais sa partie postérieure se bifurque.

Chez *Ophichthys* et *Nettastoma* il diffère par la forme de sa partie élargie, qui est plus allongée et a des contours arrondis. L'os se bifurque aussi en arrière.

Chez *Conger* il ressemble à celui du fossile et de *Myrus*, mais sa partie postérieure bifurquée est beaucoup plus large.

Chez *Anguilla* la partie élargie de l'os est fort longue et manque de pointes latérales. Sa partie terminale est courte et large.

Enfin, chez *Muræna*, il a une forme toute différente de celle des

autres genres, car sa partie antérieure à la forme d'une lame verticale, et sa partie postérieure se termine sans se bifurquer.

FACE POSTÉRIEURE OU OCCIPITALE DU CRANE

Chez tous les genres dont nous nous occupons, ainsi que chez le fossile, la face occipitale du crâne est fortement concave.

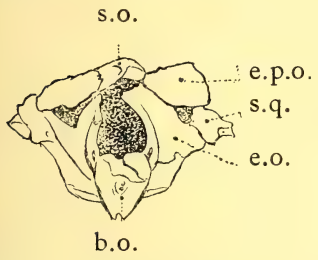


Fig. 1. — **Eomyrus** Storms. **Dolloi,**

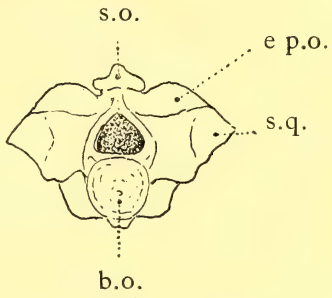


Fig. 2. — **Myrus vulgaris**, L.

Crâne. — Vue occipitale.

23. Chez le fossile comme chez *Myrus* (Fig. 1 et 2), la face occipitale du crâne a la forme d'un losange. Mais la surface articulaire pour la première vertèbre est cordiforme chez le fossile, tandis que chez *Myrus* elle est plus arrondie.

Chez *Conger* la face occipitale est arrondie au-dessus, angulaire en dessous.

Chez *Anguilla* son contour est très sinueux.

Chez *Nettastoma* et *Ophichthys* il a la forme d'un triangle isocèle dont la base est tournée vers le bas chez le premier de ces genres, et vers le haut chez le second. Chez *Nettastoma* la face articulaire pour la première vertèbre est convexe, au lieu d'être concave comme chez presque tous les poissons.

Enfin, chez *Muræna*, la face occipitale est presque carrée.

VERTÈBRES (Pl. V, fig. 9).

Quatre ou cinq petites vertèbres, adhérentes à un bloc de sable durci, se trouvaient associées avec le crâne. Ces vertèbres sont plus longues que larges et légèrement rétrécies au milieu. Elles portent des parapophyses dirigées horizontalement de part et d'autre du centre, et qui se terminent en pointes.

Les arcs neuraux sont détachés des centres des vertèbres et manquent, mais l'on peut voir, sur la partie supérieure de leur corps, deux petites crêtes longitudinales, ainsi que deux petites facettes

creuses circulaires qui servaient à l'articulation des arcs neuraux, comme on peut s'en convaincre par une comparaison avec les vertèbres antérieures de *Conger* et *Anguilla*.

Chez *Myrus* les vertèbres antérieures ne me paraissent pas différer de celles du fossile.

Chez *Conger* elles sont plus courtes et ne sont pas rétrécies au milieu.

Chez *Anguilla* les parapophyses manquent aux premières vertèbres, celles des suivantes sont beaucoup plus inclinées vers le bas.

Chez *Nettastoma* leurs centres sont déprimés mais elles ne diffèrent pas beaucoup de celles du fossile.

Chez *Ophichthys* elles sont plus allongées et leurs parapophyses sont plus larges et plus courtes et ne se terminent pas en pointe ; de plus, elles portent des crêtes longitudinales sur leur face inférieure.

Chez *Muræna* elles diffèrent beaucoup, car elles sont plus courtes et plus hautes. Leurs parapophyses sont plus inclinées vers le bas et leurs neurapophyses sont soudées aux centres.

MESURES

Longueur de la tête.	0,03
Largeur maximum	0,007
Longueur d'une vertèbre	0,003

Il ressort de la comparaison que nous venons de faire du crâne fossile avec ceux de six genres vivants, appartenant à des familles distinctes :

1° Qu'il se rapproche plus de *Myrus* que d'aucun autre genre ;

2° Que ses caractères les plus importants se conforment à ceux de ce genre.

Aussi je n'hésiterais pas à le rapporter au genre *Myrus*, si ce n'étaient les quelques caractères qui diffèrent de ceux de ce genre. Ces caractères sont, comme nous l'avons vu, les suivants :

1° Le caractère 10 : la forme des squamosaux qui s'étendent en avant en languettes osseuses jusqu'au voisinage du point d'attache de l'anneau sub-orbitaire ; tandis que chez *Myrus* ils se terminent en pointes et s'arrêtent à une assez grande distance de ce point ;

2° Le caractère 15 : l'absence de ces petites apophyses qui, chez *Myrus*, s'élèvent sur les alisphénoïdes, au-dessus des trous pour les nerfs trijumeaux ;

3° Le caractère 17 : le plus grand développement du basisphénoïde du fossile.

Ces différences avec le genre *Myrus*, bien qu'elles ne paraissent pas de prime abord bien importantes, me semblent suffisantes pour écarter notre fossile de ce genre.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que deux de ces caractères qui séparent notre fossile de *Myrus* le rapprochent, au contraire, d'*Anguilla*. Ce genre avec lequel notre Murænidé fossile, a plusieurs caractères en commun, est précisément celui qui est considéré par certains auteurs comme étant le moins modifié parmi les Murænidés vivants (1).

Le Murænidé wemmelien paraît ainsi appartenir à un type plus primitif que *Myrus*, ce qui semble naturel si nous considérons l'époque reculée à laquelle il vivait. Il est probable que les autres parties du corps présentaient des modifications dans le même sens que celles indiquées par le crâne, modifications qui devaient accentuer les différences avec *Myrus*. Aussi je propose de créer un genre nouveau pour le Murænidé wemmelien et de l'appeler *Eomyrus*, nom qui rappelle sa position par rapport à *Myrus*. Je me fais un plaisir de dédier l'espèce à mon ami, M. Louis Dollo, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, et de le désigner par le nom de *Eomyrus Dolloi*, n. gn. n. sp.

Les Murænidés fossiles.

Les plus anciens poissons fossiles rapportés à la famille des *Murænidæ* proviennent du terrain crétacé du Mont Liban. J. V. Davis a fait connaître deux espèces découvertes dans ce terrain, auxquelles il a donné les noms de *Anguilla sahel-almæ* (2) et *Anguilla hakelensis* (3), noms qui rappellent les localités d'où elles proviennent. La présence de nageoires ventrales chez la première de ces espèces et celle de forts rayons épineux aux pectorales, doit l'exclure non seulement du genre *Anguilla*, mais même de la famille des *Murænidés*. Quant à la seconde espèce crétacée, ni la description donnée par Davis, ni la figure qu'il en a publié ne justifient son classement dans le genre *Anguilla*.

A partir de l'époque tertiaire, les *Murænidés* deviennent abondants. Agassiz signale les genres suivants : *Anguilla*, *Sphagebranchus*, *Ophisurus*, ainsi que le genre éteint *Enchelyopus* dans l'Eocène du Monte-Bolca (4). Il mentionne aussi un genre éteint dans l'argile de Londres (5). Enfin le genre *Anguilla* a été rencontré dans les

(1) Gill. *The characteristics of the family of the Anguillidæ*. Proc. U. S. Nat. Mus., vol. XIII. p. 157.

(2) J. W. Davis. *The fossil fishes of the Chalk of Mount Lebanon in Syria*. Trans. R. Dublin Soc. VII (series II), 1887, p. 625, pl. XX, fig. 2.

(3) J. W. Davis. *Ibid.*, p. 626, pl. XX, fig. 3.

(4) Agassiz. *Poissons fossiles*, vol. V, pl. II, p. 137, tab. 49.

(5) Agassiz. Ann. Sci. nat., 3e série, t. III, pp. 35-47.

couches oligocènes d'eau douce d'Aix-en-Provence (1) et dans le miocène d'eau douce d'Œningen (2).

La nature des restes du Murænidé wemmelien ne permet pas de le comparer avec les espèces fossiles décrites; car ni les descriptions ni les figures publiées de ces différentes espèces ne nous donnent de renseignements suffisants sur les structures de leurs crânes. Je voudrais pourtant attirer l'attention sur l'une des espèces d'anguilles du Monte-Bolca : l'*Anguilla ventralis* d'Agassiz (3). La figure 4, pl. 43 des « Poissons Fossiles » qui représente une tête de cette espèce, offre une certaine ressemblance avec le crâne du fossile wemmelien. L'os prémaxillo-ethmo-vomérien notamment, me paraît tout à fait semblable à celui de notre fossile, ainsi qu'à celui de *Myrus* ; de plus, comme chez ce dernier genre, la nageoire dorsale commence près de la tête, à l'encontre de ce qui a lieu chez *Anguilla*. *Anguilla ventralis* doit-elle se rapporter au même genre que l'anguille wemmelienne? Une nouvelle étude de l'espèce de Monte-Bolca pourrait seule nous éclairer sur ce point.

Explication des lettres dans les planches III à VI

pm.	Prémaxillaire.	sm.	Susmaxillaire.
v.	Vomer.	por.	Préorbitaire.
eth.	Ethmoïde.	n.	Nasal.
f.	Frontal.	ptte.	Post temporal.
p.	Pariétal.	scl.	Supra claviculaire.
so.	Supraoccipital.	hyom.	Hyomandibulaire.
epo.	Épiotique.	op.	Opercule.
sq.	Squamosal.	cl.	Clavicule.
bs.	Basysphénoïde.	sc.	Scapula.
as.	Alisphénoïde.	cor.	Coracoïde.
prs.	Parasphénoïde.	ptcl.	Postclaviculaire.
os.	Orbitosphénoïde.	sob.	Subopercule.
bo.	Basioccipital.	ioh.	Interopercule.
eo.	Exoccipital.	poh.	Préopercule.
pro.	Prootique.	mpt.	Metaptérygoïdien.
prf.	Préfrontal.	q.	Quadratum.
ptf.	Postfrontal.	ang.	Angulaire.
enpt.	Entopterygoïdien.	cept.	Ectoptorygoïdien.
art.	Articulaire.	ntr.	Trou pour le nerf trijumeau.
d.	Dentaire.	fa.	Trou pour le nerf fascial.
sor.	Suborbitaire.	ju.	Trou pour la veine jugulaire.
ba.	Rayons branchyostèges.	cam.	Canaux muscipares.
ros.	Trou pour le nerf Ramus ophtalmicus super. nervi Trigemini.	gl.	Trou pour la nerf glossopharyingien.
op.	Trou antérieur du crâne.	v.	Trou pour le nerf vague.

(1) Agassiz. *Poissons fossiles*, vol. V. p. 135.

(2) Winkler. *Description des poissons fossiles d'Oeningen*, Harlem, 1861, p. 57.

(3) Agassiz. Poissons Fossiles. Vol. V, p. 134.

LA COULEUR DES EAUX

PAR

Ad. Kemna

Directeur de la Water Works C°, à Anvers.

La couleur de l'eau ne préoccupe pas en général le grand public. Les anciens ont fait des travaux parfois gigantesques pour alimenter leurs villes ; les philosophes considéraient l'eau comme un des quatre éléments et plusieurs en faisaient l'élément primordial ; mais ni cette importance pratique, ni ce rôle intellectuel n'ont amené une meilleure connaissance objective.

Quand il s'agit de louer une maison, dans une ville où la distribution d'eau n'existe pas ou est peu répandue, l'attention du nouveau locataire porte spécialement sur la qualité de l'eau. Mais c'est d'ordinaire Madame qui se charge de cet examen ; et du moment qu'une carafe d'eau remplie à la pompe est fraîche et claire, Madame est satisfaite. L'analyse est un peu sommaire et les dures leçons de l'expérience ont souvent montré le danger qu'il peut y avoir à s'en contenter.

Il y a pourtant une catégorie de personnes que nous pourrions, semble-t-il, interroger avec fruit; ce sont les peintres. De par leur métier, ils doivent regarder avec attention et faire de la nature une véritable étude. Il va sans dire que nous écartons les vulgaires enlumineurs, ainsi que toute la bande des pointillistes, impressionnistes, etc. Dans leur bariolage amorphe, c'est tout au plus si l'on peut inférer la présence de l'eau par les petits bateaux esquissés à mi-hauteur sur la toile. Leurs œuvres sont inutilisables ; mais le travail des artistes honnêtes et consciencieux doit pouvoir nous servir.

Une simple visite dans un musée ou dans un salon de peinture

révèle l'inanité de cet espoir. Toutes les couleurs du spectre, avec toutes les teintes intermédiaires et tous les mélanges possibles, plus le noir et le blanc, se trouvent sur les toiles ; et devant une pareille abondance, il y a impossibilité de faire un choix. Nous nous sommes trompés d'adresse. L'artiste n'a pas pour mission de nous fournir une étude approfondie et de nous révéler les faits essentiels, malgré la tromperie des aspects extérieurs. Au contraire, c'est précisément l'aspect extérieur qui seul l'intéresse et qu'il s'efforce de rendre. Or, l'aspect pictural de l'eau dans la nature est la résultante d'un très grand nombre de causes. A la couleur intrinsèque de l'eau, si tant est qu'elle en possède une, viennent se surajouter une foule de circonstances accessoires; les matières en suspension, minérales ou organisées, viennent troubler sa transparence; les rives, avec leur végétation, atténuent ou exaltent les tons par la juxtaposition des couleurs; le ciel, avec ses nuages mobiles, se reflète à la surface et le moindre souffle de vent qui vient rider ce miroir, amène un changement presque kaléidoscopique. Le célèbre critique anglais Ruskin disait qu'il est aussi impossible de peindre de l'eau dans toute sa perfection, que de peindre l'âme, — ce qui doit être en effet le comble de la difficulté.

Il en résulte que la plupart des œuvres d'art ne sont pas facilement utilisables pour la constatation *scientifique* des faits; le savant ne s'attache pas à cet effet d'ensemble, qui est le seul vu par l'artiste ; il s'efforce au contraire d'éliminer l'action de l'une ou de l'autre cause accessoire, par exemple dans le cas qui nous occupe, en changeant d'emplacement ou de point de vue pour éviter un jeu de réflexion, etc. — Réciproquement, il n'est pas toujours facile de faire la critique d'un tableau exclusivement d'après les principes de la science ; on court le risque d'oublier un détail infime, mais qui suffit pour tout faire changer d'aspect. Un savant anglais très connu en a fourni un bon exemple. Nul ne contestera la compétence scientifique de M. J. Norman Lockyer ; il s'est avisé un jour de faire à sa façon une revue de salon, signalant des lunes inverses (avec la concavité du croissant tournée vers le soleil), des lunes dans la constellation de la grande ourse, le soleil se couchant *derrière* une église alors que l'autel doit être placé à l'orient, un arc-en-ciel dont les couleurs étaient sens dehors dedans, et une foule d'autres choses amusantes. Dans son article, il s'est surtout occupé des couleurs du ciel ; il ne fait mention de l'eau qu'une seule fois et encore incidemment, pour un tableau représentant un lever de soleil à Guernesey; voici ce qu'il en dit : « Couleur du ciel bonne; eau de couleur impossible étant données les conditions du ciel. » Des nombreux artistes critiqués, et parfois d'une

façon assez mordante, celui-ci est le seul qui ait répondu. L'eau représentée, dit-il, est légèrement ondulée par une brise soufflant *vers* le spectateur; celui-ci ne voit donc pas, réfléchie par la mer, la portion du ciel voisine de l'horizon, mais bien la portion du ciel qui est presque au zénith ; en effet, la partie descendante de la vague ne peut réfléchir que le zénith. M. Lockyer n'a rien répondu (1).

En présence de la complication du problème, on conçoit la réserve, même des hommes de science. Brücke et Helmholtz (2) s'étendent sur les phénomènes d'irradiation, de contraste des couleurs, étudient en détail l'effet de l'atmosphère et de la *vapeur* d'eau, mais passent sous silence l'eau elle-même.

Un géologue anglais, le professeur Ansted, a été plus entreprenant et il a traité la question dans un article intitulé *The Representation of Water* (3) et dans une conférence donnée en mai 1866 à la Royal Institution de Londres. C'est prolixe et passablement diffus. « L'eau a une teinte propre, elle réfléchit et transmet une vraie couleur », mais on ne nous dit pas laquelle. Un peu plus loin, le ton n'est plus du tout aussi affirmatif : « Il est presque certain que l'eau a une couleur propre, mais il est de fait que très facilement elle prend ou semble prendre des teintes diverses... Cet effet est peut-être produit par des causes autres que la couleur intrinsèque de l'eau, car nous savons qu'en pleine mer les courants ont un effet à peu près similaire ». Ce n'est pour ainsi dire qu'incidemment que nous trouvons enfin une mention précise : « En pleine mer et par un beau temps, la couleur de l'eau est du bleu le plus foncé et le plus pur. Mais cette couleur est si sensible qu'elle se trouble et devient boueuse par un changement de temps... Les vagues, sur une côte rocheuse, sont souvent d'un vert métallique très riche de ton... »

Si l'on faisait un *referendum* parmi les artistes, il est probable que les deux couleurs mentionnées se partageraient la presque totalité des suffrages, mais il y aurait une bonne majorité pour le vert. La seule dénomination marchande de couleur empruntée à l'eau est le *vert* d'eau.

Les savants ne se sont occupés de la question que depuis le commencement du XIXe siècle. Un résumé des vues régnantes et une théorie nouvelle ont été donnés par ARAGO en 1838 (4).

(1) *Nature*, 16 mai 1878, vol. XVIII, page 66.

(2) E. BRÜCKE, *Principes scientifiques des Beaux-Arts;* H. HELMHOLTZ, *L'Optique et la Peinture.* — Bibliothèque scientifique internationale, 1878.

(3) *The Art-Journal*, 1863, page 13.

(4) Rapport fait à l'Académie des Sciences de Paris, concernant les observations

Il y a accord entre tous les observateurs sérieux, sur la couleur bleue de l'océan ; Scoresby compare la teinte des eaux polaires au bleu d'outre-mer ; le capitaine Tuckey parle d'*azur vif* pour les mers équatoriales ; l'illustre chimiste Davy avait déjà admis que la couleur intrinsèque de l'eau était le bleu, et expliquait les eaux vertes par la présence de matières végétales. Arago a recours à une explication analogue ; les bandes vertes si étendues et si tranchées des régions polaires proviennent de la présence de myriades de méduses, dont la couleur jaunâtre, mêlée à la couleur bleue de l'eau, engendre du vert ; les matières terreuses à l'embouchure des fleuves donnent du brun. — Près des côtes, par suite de la diminution de profondeur ou, si l'on préfère, du relèvement du fond, la réflexion de la lumière sur ce fond intervient ; un sable jaune donnera du vert, par mélange optique avec le bleu ; dans la baie de Loango, les eaux sont rouges et le fond aussi. Mais il semble qu'un fond de sable blanc ne pourrait pas changer la teinte de l'eau ; or, souvent dans ces conditions, le vert est des plus caractérisés. — Pour écarter cette objection, cherchons quelle couleur frappe le sable blanc au fond de l'eau ; Arago émet la singulière idée que l'eau aurait deux teintes, une bleue par réflexion, et une autre, transmise, tout à fait différente de la première. « Quelques personnes croient que la couleur transmise est verte. Ainsi l'eau disperse dans tous les sens, après l'avoir *bleuie*, une portion de la lumière blanche qui vient l'éclairer. Cette lumière dispersée constitue la *couleur propre* des liquides. » — Sur ce fait de la couleur transmise verte de l'eau, fait avancé d'une façon dubitative et détournée, toute la théorie est basée. Les diverses teintes des eaux naturelles sont expliquées comme suit : quand la mer est assez profonde, l'œil ne reçoit que de la lumière réfléchie et la nappe paraît bleue ; mais quand le fond est assez élevé pour que la lumière qu'il renvoie intervienne d'une façon sensible, à la teinte bleue de réflexion s'ajoute la teinte verte de transmission et l'intensité de cette dernière sera proportionnelle au double de l'épaisseur de la nappe d'eau, car le rayon a dû traverser deux fois, une fois pour entrer et arriver jusqu'au fond, et une seconde fois pour sortir. Malheureusement pour la théorie, les lacs de la Suisse sont les uns bleus, les autres verts, indépendamment de la profondeur ; Arago fait appel aux matières végétales de Davy pour sortir d'embarras. — Même dans une mer bleue, la crête des vagues, sous leur frange

de météorologie et de physique du globe, qui pourraient être recommandées aux expéditions scientifiques du Nord et de l'Algérie. — *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1839 (publié en 1838), pages 433 à 441.

d'écume, est nettement verte (1); c'est que, « convenablement orientées, elles peuvent envoyer à l'œil une assez grande quantité de rayons transmis ou verts, pour que le bleu réfléchi soit entièrement masqué ». Chaque vague est un prisme à base horizontale; considérons deux successives de ces vagues, l'une prochaine, l'autre éloignée; sur la face antérieure de celle-ci, la lumière du ciel se réfléchit et le rayon, devenu horizontal, traverse la vague rapprochée pour arriver à l'œil du spectateur. — Pour éliminer l'influence des rayons du ciel bleu réfléchis et déterminer la couleur propre de l'eau, Arago propose de regarder l'eau avec une tourmaline et sous un angle de 37 degrés; les rayons réfléchis sont alors polarisés et peuvent être arrêtés par la tourmaline.

Il ne semble pas qu'Arago ait fait des expériences, ni même qu'il ait simplement regardé de l'eau distillée à travers un tube d'une certaine épaisseur. Son article, très bien écrit, comme tout ce qui sortait de sa plume, est, pour les faits, une compilation; ses répondants sont des navigateurs. La partie théorique consiste à admettre la double couleur de l'eau, à faire de ce liquide un corps dichroïque. Il faut reconnaître que si l'on s'en tient aux faits cités, cette conclusion est assez naturelle; la couleur verte de la crête des vagues d'une mer bleu indigo est une chose très curieuse; la plupart des eaux de distribution, vues à travers un tube de 2 pieds (60 centimètres) sont nettement vertes et dans les installations de filtrage d'eaux potables, on considère la couleur vert-pomme clair comme un indice de bon fonctionnement des filtres et de pureté du produit.

En 1847, la question est reprise incidemment par un géologue, M. DUROCHER (2). En parlant de la structure spongieuse et rubanée de la glace, qui présente une alternance de bandes bleues et de bandes blanches, il dit :

« J'ai reconnu que l'interposition de l'eau entre les pores et les fissures de la glace grenue contribue puissamment à y développer la belle couleur bleu d'azur que l'on y admire. D'ailleurs les eaux qui s'écoulent des champs de neige et des glaciers présentent aussi une teinte d'un bleu de ciel très prononcé ; ce caractère leur est tellement

(1) Cet effet est rendu dans un tableau de Cabanel (Musée du Luxembourg, n° 45) représentant une nymphe roulée par une vague ; la mer est bleu foncé, la vague vert-émeraude. — Au salon de Bruxelles de 1897, dans la section anglaise, une autre nymphe à moitié immergée paraît tout à fait verte à travers l'eau bleue.

(2) *Étude sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe.* — Académie des Sciences de Paris, 15 mars 1847; *Comptes rendus*, tome XXIV, page 444.

propre, que souvent il m'a servi à reconnaître si les montagnes qui entourent les hautes vallées sont couvertes de tapis de neige. La couleur est souvent très sensible à une distance de 13 myriamètres de l'origine des rivières (ici est cité comme exemple un cours d'eau de Norvège). Lorsque les détritus, mélangés à l'eau qui sort des glaciers, sont gris, ils ne produisent d'autre effet que d'en pâlir la teinte bleue et la faire passer au bleu sale. Si les eaux des lacs et des rivières de la Suède et une partie de celles de la Norvège ne présentent point une teinte d'azur qui leur soit propre et indépendante des reflets du ciel, il ne faut pas toujours en attribuer la cause aux substances minérales qu'elles peuvent tenir en suspension, car j'ai souvent vu les eaux qui sortaient des glaciers présenter une couleur bleue, quoique étant troubles, tandis que, à côté, coulaient des eaux grises ou d'un gris verdâtre. Si le bleu est la couleur propre de l'eau pure, et si le remplacement de cette couleur par des teintes grises ou verdâtres tient à des impuretés, cela doit provenir, dans beaucoup de cas, de substances organiques, principalement végétales, plutôt que de matières animales. »

Les vues de M. Durocher furent aussitôt critiquées par M. CHARLES MARTINS (1). Tout d'abord il rappelle que la couleur bleue comme indice d'une origine glaciaire de l'eau, n'est pas une opinion nouvelle ; elle avait été émise trente ans auparavant par un géologue suisse, Ebel. Agassiz avait déjà constaté que la glace bleue contient plus d'eau que la glace blanche ; seulement il attribuait la couleur bleue, non pas à la présence de l'eau, mais à l'absence d'air ; les analyses gazométriques de Nicollet ont démontré un grand excès d'air dans la glace blanche et Dollfuss a trouvé pour cette glace une densité trop faible. Des lacs alimentés par les glaciers sont, les uns bleus, les autres verts ; deux lacs successifs, c'est-à-dire intercalés dans le cours de la même rivière, sont, le supérieur vert, l'inférieur bleu ; l'auteur y voit un simple effet de purification par décantation ; et il révèle que dans le seul exemple cité par M. Durocher, la rivière bleue a passé par quatre lacs !

Nous avons rencontré jusqu'ici un chimiste (Davy), un physicien (Arago) et un géologue (Durocher). Aucun d'eux n'a fait de la question une étude spéciale et approfondie ; Davy, dans un voyage en Suisse,

(1) *Note sur la couleur de la glace des glaciers, celle des eaux qui s'en écoulent et les caractères des stries laissées par eux.* (Commission nommée pour examiner le mémoire de M. Durocher). — Académie des Sciences de Paris, 29 mars 1847 ; *Comptes rendus*, tome XXIV, p. 545.

a été frappé de la teinte brillante des lacs alpestres et ses constatations ne vont pas au delà de ce que peut voir le premier touriste venu. Arago, ayant à rédiger des instructions pour une expédition scientifique, résume le peu de faits connus à son époque et, pour faciliter la besogne des explorateurs, il fait une théorie; il dit lui-même que cette théorie « n'est tracée qu'à la hâte, dans des linéaments imparfaits et que son but principal est de diriger les études des navigateurs ». Durocher ne parle qu'incidemment de la couleur de l'eau. — Toute cette première période est donc caractérisée par l'observation accidentelle et purement superficielle des phénomènes, l'absence d'expérimentation et le caractère aléatoire des théories, qui sont tout au plus des opinions, non contrôlées par des recherches spéciales; c'est ainsi que personne ne s'est avisé de rechercher les organismes végétaux auxquels serait due la couleur verte de certains lacs.

La période scientifique s'ouvre par le grand nom de BUNSEN. On sait que dans un voyage en Islande, l'illustre chimiste avait étudié le phénomène des geysers et en a donné une théorie ; la teinte bleu-verdâtre de ces eaux l'avait frappé et il a eu l'idée bien simple de regarder par un tube de deux mètres de long, rempli d'eau distillée; il a vu une couleur bleu tendre : le bleu serait donc la couleur propre de l'eau. Quant aux autres teintes, les unes seraient le résultat purement physique de la réflexion sur le fond coloré; d'autres proviendraient de matières étrangères dissoutes, sur la nature desquelles l'auteur ne s'explique pas davantage, sauf pour les geysers, où il a trouvé des traces d'hydroxyde de fer. — Nous avons donc ici pour la première, fois, une expérience et une analyse; l'expérience confirme que la couleur de l'eau pure est le bleu, et elle fait justice en même temps de l'hypothèse inexacte d'Arago sur le dichroïsme; l'analyse trouve une substance qui peut en effet influer sur la couleur de l'eau en faisant virer au vert ; mais ce n'est encore qu'un fait isolé. Pour permettre de généraliser, il faudrait une série d'analyses d'eau diverses.

C'est ce que vint donner la même année H. SAINTE-CLAIRE-DEVILLE (1), par l'examen des eaux de sept des principales villes de France.

« La coloration des grandes masses d'eau, qui paraissent quelquefois, vues par réflexion, d'un bleu indigo si intense, est un fait complexe dont l'explication doit dépendre d'un phénomène physique, en même

(1) *Recherches sur la composition des eaux potables.* — Académie des Sciences de Paris, 19 avril 1847; *Comptes rendus*, tome XXIV, page 693.

temps que de la composition chimique. C'est ce qui me semble démontré par la présence d'une matière jaune qu'on trouve dans les résidus salins de l'évaporation de l'eau, matière identique, selon moi, aux acides créniques de M. Berzelius. Il paraît en effet que l'eau pure, du moins privée de toute matière colorante étrangère, est bleue; car l'eau du lac de Genève, par exemple, évaporée en grande quantité, ne laisse apercevoir aucune trace de matière jaune ou colorée.

Les eaux vertes donnent à la concentration peu de matière jaune, de façon que la couleur bleue primitive en est seulement modifiée et prend la teinte verte qui résulte naturellement de son mélange avec le jaune.

Enfin dans les eaux jaunes, le dépôt obtenu par l'évaporation est tellement coloré qu'il en est noirâtre. On s'explique ainsi comment cette teinte prédominante masque entièrement celle qui appartient à l'eau pure.

Mes expériences sont la confirmation d'une opinion que M. Dumas professe chaque année à la Sorbonne (1).

Je pense aussi que cette substance azotée joue un rôle important dans la fertilisation des prairies par l'eau des rivières et des sources. »

Le travail consciencieux de Deville démontrait donc un parallélisme parfait entre la couleur des eaux et celle de leur résidu solide. Nous avons en outre un renseignement sur la nature chimique de la matière colorante; Bunsen avait trouvé du fer, Deville trouve une matière organique, qu'il rapproche des acides créniques de Berzelius. Nous reviendrons plus tard sur les travaux du chimiste suédois.

Des résultats analogues ont été obtenus en 1861 par un chimiste bavarois, WITTSTEIN (2), pour des eaux vertes et des eaux brunes ou jaunes; ces dernières renferment le plus de matières organiques, qui se précipitent pendant l'évaporation sous forme de flocons bruns, dont la couleur va se fonçant; Wittstein les considère comme des acides humiques, très voisins des acides créniques. En outre, les eaux brunes seraient plus douces et renfermeraient moins de calcaire et plus d'alcali que les autres eaux; ces alcalis joueraient indirectement un rôle important pour la couleur, en maintenant les acides humiques en solution. Les diverses teintes résulteraient des proportions variables de brun influençant le bleu intrinsèque. Les sels minéraux seraient sans action.

(1) Dans le *Traité de Chimie appliquée aux arts* de DUMAS (Liége, 1848), je n'ai rien trouvé sur la couleur de l'eau.

(2) *Vierteljahrschrift für praktische Chemie*, tome X, page 342.

Ce dernier point a été contredit par un des membres de l'expédition allemande de la *Gazelle*, en 1875 (1). Aux environs du Congo, la mer passe graduellement du bleu au vert et au brun; en même temps, le degré de salure (la densité) diminue. Il semble qu'il ne puisse pas y avoir de doute sur la cause de ces deux phénomènes connexes ; ils sont l'effet du grand fleuve africain, qui dilue les eaux de l'océan et change leur couleur par les matières organiques qu'il tient en dissolution (l'eau du Congo est brune). Mais M. SCHLEINITZ a cru devoir chercher une autre explication et mettre en rapport la couleur bleue avec la quantité de sel dissous. Il suffit de songer aux lacs d'eau douce bleus pour voir que de deux faits concomitants, M. SCHLEINITZ en a arbitrairement pris un pour la cause et un autre pour l'effet. Le *Challenger* a fait plusieurs observations du même genre ; entre le cap York et les îles Arou, la narration signale la couleur verte et la faible densité de l'eau ; mais l'écrivain fait remarquer en même temps l'absence complète de foraminifères pélagiques et le caractère côtier de la faune superficielle, de la faune profonde et des dépôts ; la cause est attribuée à l'action de fleuves (2).

Enfin la question a été abordée d'une façon toute spéciale en 1870 par M. HAYES (3), qui a essayé de retirer des eaux bleues du lac de Genève la matière colorante, par l'acétate de plomb basique et le savon. Naturellement, les résultats ont été négatifs. Le travail est la contre-épreuve de celui de Bunsen.

Dans cette deuxième période, nous n'avons rencontré que des noms de chimistes. Le résultat final de leurs travaux constitue un ensemble bien coordonné et qui semble suffisamment appuyé sur des faits ; aussi a-t-il été généralement accepté. Le *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, par exemple, dit que « l'eau est un liquide incolore lorsqu'il est vu en petite quantité, mais présentant une belle couleur bleue lorsqu'il est vu sous une grande masse ; l'eau de mer présente d'autres nuances, surtout le vert ; on attribue cette dernière teinte à la présence d'une petite quantité de limon jaune » (4). Un peu plus loin, nous trouvons

(1) SCHLEINITZ, *Naturforscher*, tome VIII, page 59.

(2) Challenger Reports, *Narrative of the cruise*, vol. I, part II, page 545. — Il est curieux que les travaux du *Challenger* ne mentionnent que rarement la couleur de l'eau et n'entrent dans aucune considération théorique.

(3) *Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie*, 1870, page 1378.

(4) Article *Eau*, page 1192, col. 2. — Il semble qu'il y ait ici une confusion avec les eaux de rivière, car dans les travaux cités jusqu'ici, nous n'avons rencontré aucune analyse d'eau de mer en rapport avec la couleur pour cette cause.

que « l'eau est en grande masse, bleue ou bleu-verdâtre; la couleur verte ou vert-jaunâtre est due à des animaux microscopiques »; et comme autorités, sont cités entre parenthèses, Davy, Bory de Saint-Vincent et Arago (1). Les deux explications ne sont pas absolument concordantes et quand on considère que le volume date de 1876, que Bunsen n'est pas même cité et que les travaux de Tyndall, que nous aurons à examiner, sont entièrement passés sous silence, on ne peut pas dire que pour ce point, assez secondaire il est vrai, l'ouvrage de Wurtz soit bien au courant.

A côté de la théorie purement chimique de la couleur des eaux, nous allons maintenant voir s'établir une théorie purement physique, une application à l'eau de la théorie de TYNDALL sur le bleu du ciel et la polarisation de sa lumière, les deux grandes énigmes de la météorologie avant 1869.

Le bleu du ciel est absolument indépendant de la couleur propre des deux gaz qui constituent l'atmosphère; cette couleur serait due à la réflexion de la lumière sur des particules en suspension ou poussières. Si elles réfléchissent, non la lumière blanche intégrale, mais uniquement les rayons bleus, c'est une question de dimension. Dans les couches supérieures de l'atmosphère ne pénètrent que les particules les plus ténues, dont les dimensions sont si petites qu'elles sont de l'ordre de grandeur des longueurs d'onde des vibrations lumineuses les plus courtes (bleues) qui seules sont réfléchies. En même temps, la lumière ainsi réfléchie doit être polarisée sous un certain angle, ce qui est en effet le cas. La matière qui jouerait ce rôle de poussière miroitante serait, d'après Tyndall, de l'eau à un état de division extrême et qu'il désigne par l'expression de *nuage naissant*.

Les travaux de Tyndall furent reproduits dans tous les journaux scientifiques (2). Un physicien de Genève, M. SORET, songea aussitôt à leur application possible à l'eau; en regardant à l'intérieur du lac avec un tube fermé par une glace et muni d'un Nicol oculaire, il constata que l'eau émettait de la lumière polarisée, dans la direction perpendiculaire aux rayons solaires réfractés; il y avait donc là également des phénomènes de réflexion, puisque la lumière était polarisée. Le fait fut confirmé en 1870 par HAGENBACH pour le lac de Lucerne.

En 1871, TYNDALL lui-même prend en main la question de l'eau (3). Dans un voyage d'Oran à Spithead, il avait pris 29 échantillons d'eau

(1) Article *Eaux potables*, page 1201, col. I.
(2) *Revue des cours scientifiques*, 20 mars 1869, page 242; 2 avril 1868, page 284.
(3) *Revue scientifique*, 15 juillet 1871, page 67.

de mer, dans des régions de couleurs différentes, vertes et bleues. Il les examina à Londres dans un puissant faisceau de lumière électrique et constata que toutes donnaient ce qu'il nomme de l'éclairage latéral; en regardant de côté, c'est-à-dire dans une direction perpendiculaire à la longueur du tube d'essai, on pouvait suivre la trace des rayons lumineux. Ces eaux ne constituaient donc pas des milieux optiquement vides et devaient contenir des particules en suspension, les vertes beaucoup plus que les bleues.

« Ces études démontrent évidemment, dit-il, le rapport qui existe entre la couleur verte de l'eau de mer et la présence de matières fines en suspension ; elles font voir aussi que la couleur bleu d'outremer, et surtout la couleur indigo foncé de l'eau, correspondent à une absence relative de matières en suspension.

» Si l'eau était profonde, d'une densité constante et sans matières étrangères en suspension, le rayon solaire qui la traverse s'éteindrait complétement : elle paraîtrait alors aussi noire que de l'encre. La surface pourrait bien encore nous renvoyer quelques faibles rayons réfléchis, comme l'encre peut le faire, mais la masse du liquide ne pourrait transmettre de lumière, ni par conséquent de couleur. Dans l'eau de la mer, quand elle est très claire et très profonde, ces conditions se trouvent remplies jusqu'à un certain point ; ce qui explique la teinte très foncée de cette eau. La couleur indigo vient, selon moi, en partie de matières en suspension qui se trouvent toujours, même dans l'eau naturelle la plus pure, et en partie de la légère réflexion que subit la lumière à la surface des couches d'inégale densité. Une très petite quantité de lumière se trouve ainsi renvoyée à l'œil, avant d'arriver à la profondeur qu'exige l'extinction complète. »

Tyndall passe ensuite à l'explication de la teinte verte de l'eau, mais, contrairement à son habitude, nous ne trouvons pas ici sa netteté d'expression ordinaire; il relate des expériences démontrant qu'un corps blanc (une assiette) immergé à une certaine profondeur, paraît vert; même dans les régions bleues, la crête des vagues est verte à la lumière transmise; et, dit-il, les particules en suspension dont nous avons reconnu la présence dans l'eau verte ont essentiellement la même action que l'assiette et renvoient à l'œil de la lumière verte. Mais il ne dit pas explicitement pourquoi ces corps paraissent verts; toutefois il est plausible d'inférer que, d'après lui, c'est à cause de l'élimination du bleu réfléchi sur les particules solides dans les couches sus-jacentes.

Le paragraphe suivant est intitulé : *Des particules en suspension dans*

les eaux potables. Les eaux des huit compagnies alimentant Londres sont examinées avec le faisceau lumineux, ainsi que des eaux passées par divers modèles de filtres domestiques, de l'eau distillée dans un courant d'hydrogène, de l'eau obtenue directement par synthèse (combustion de l'hydrogène), et toutes s'illuminent plus ou moins, preuve de la présence de particules en suspension. Les eaux les plus pures étaient de l'eau du lac de Genève envoyée par Soret, l'eau de la distribution de Canterbury (provenant de la craie et adoucie par le procédé de Clarke) et surtout une eau provenant de la fusion de morceaux de glace choisis avec soin, et fondus dans une atmosphère filtrée pour écarter les poussières, en outre les premières eaux de fusion étant rejetées pour se débarrasser également des poussières qui auraient pu se mettre à la surface de la glace.

« L'eau obtenue par ce procédé est la plus pure à laquelle on soit arrivé jusqu'ici. Cependant, j'hésiterais encore à la déclarer absolument pure. Quand le faisceau lumineux la traverse, sa trace n'est pas invisible ; elle est du bleu le plus pur et le plus délicat. Ce bleu est plus pur que celui du ciel, de sorte que les particules qui le produisent doivent être plus fines que celles qui composent le ciel. Si on le regarde perpendiculairement à la direction du faisceau, en se servant d'un prisme de Nicol, le bleu est complétement éteint. On peut soutenir, et l'on a en effet soutenu, que ce bleu est renvoyé par les molécules mêmes de l'eau, et non par des matières qui y sont en suspension. Mais si nous nous rappelons que l'on n'arrive que graduellement à ce bleu si parfait, et après avoir passé par plusieurs nuances qui le sont moins; si nous nous rappelons qu'un bleu absolument identique peut être produit par des particules matérielles en suspension dans l'eau, nous hésiterons à déclarer que nous ayons atteint ici le dernier degré de pureté. Nous devrons, au contraire, conclure de cette expérience que, s'il était possible d'obtenir une eau encore plus pure, cette dernière trace de bleu si délicate disparaîtrait elle-même. »

Il y a plusieurs remarques à faire sur cet ensemble de théories. — Il faut noter, en premier lieu, que les matières en suspension ne sont pas seules appelées en cause, mais qu'une partie au moins de l'effet est attribué « à la réflexion que subit la lumière à la surface des couches d'inégale densité ». C'est une idée que nous allons retrouver dans le dernier travail que nous aurons à mentionner, une communication de M. W. Spring de 1896. — Ensuite, si pour les particules réfléchissantes de l'atmosphère, la nature de la substance se trouve déterminée par une hypothèse très plausible appuyée d'expériences (nuage nais-

sant), il n'en est pas de même des particules en suspension dans l'eau. — Enfin le bleu de Tyndall et le bleu de Bunsen ne sont pas du tout la même chose et sont même tout à fait différents. Le premier est de la couleur réfléchie, polarisée par réflexion et qui s'éteint par le Nicol ; pour le voir, il faut regarder le tube perpendiculairement au rayon lumineux ; le bleu de Bunsen est de la lumière transmise, qui ne peut pas être polarisée ni s'éteindre par le Nicol et qui se voit dans le grand axe du tube et dans la direction même du faisceau lumineux. Il en résulte que Tyndall ne nous donne en réalité aucun renseignement sur la couleur vraie intrinsèque de l'eau ; tout ce qu'il dit se rapporte à la dispersion *latérale* de la lumière et l'on ne comprendrait pas qu'il n'ait pas songé à regarder par transmission, si l'on ne savait qu'il travaillait généralement avec des ballons et, sous cette faible épaisseur, le bleu propre de l'eau est trop peu sensible.

Ainsi, nous voilà en présence de deux explications, l'une chimique, l'autre physique. Mais dans les questions scientifiques, ce n'est pas le cas de dire qu'abondance de biens ne nuit guère ; la coexistence de deux explications non superposables est une preuve certaine qu'il y a erreur dans l'une d'elles, peut-être dans toutes deux, ou tout au moins qu'il y a encore des facteurs inconnus.

Appuyée par l'autorité d'un grand nom, étayée sur des expériences qui tenaient de la magie, exposée avec tous les charmes d'un maître styliste, la théorie de Tyndall sur la coloration de l'atmosphère a été rapidement acceptée ; et son extension à la couleur de l'eau a partagé cette heureuse fortune. Les quelques observations ultérieures de chimistes semblent plutôt compliquer la question, car VICTOR MEYER, et BOAS (1882) trouvent que l'eau est verte, et les études spectroscopiques du père SECCHI, le célèbre astronome du Collège romain, avaient montré dans la lumière transmise par l'eau, l'absence du rouge et du jaune. Ces assertions étaient plus ou moins en contradiction avec les expériences de Bunsen.

La question était d'autant plus difficile à débrouiller, qu'elle se trouvait placée pour ainsi dire à cheval sur la chimie et la physique et que par conséquent, pour l'attaquer à nouveau et avec succès, il fallait une connaissance approfondie de ces deux sciences. Cette condition s'est trouvée heureusement remplie dans la personne de M. W. SPRING, bien connu par des travaux importants de chimie pure et par de belles recherches physico-chimiques sur les effets de forte pression sur les solides pulvérulents.

Il commence par faire remarquer que le caractère fondamental de

toute connaissance certaine, la permanence, ne se retrouve pas dans les résultats des divers auteurs ; et pour en avoir le cœur net, il a recommencé les expériences.

« J'ai rempli deux tubes de 5 mètres de long et 4 centimètres environ de diamètre intérieur, d'eau distillée, préparée pour les usages courants du laboratoire. La première fois, cette eau était d'un vert clair reproduisant assez bien la teinte d'une solution étendue de sulfate ferreux. Quelques jours après, les tubes furent remplis d'eau fraîchement distillée. On put observer, cette fois-ci, une teinte bleu-céleste assez pure, mais après 70 heures de séjour environ dans les tubes, cette eau était devenue aussi verte que la première sans perdre rien cependant de sa limpidité (1). »

Conclusion : l'eau distillée des laboratoires est loin d'être pure ; elle renferme des substances qui subissent des changements avec le temps, puisqu'une eau bleue devient verte.

Mais quand on ajoute une petite quantité de bichlorure de mercure (sublimé corrosif) ce verdissement ne se produit pas. Il y a même plus : de l'eau déjà verdie retourne lentement et plus ou moins au bleu. En présence de ces faits, M. Spring estime « qu'il n'est pas impossible » que les matières fussent de nature organisée et vivante. Je crois qu'on pourrait aisément aller un peu plus loin et attacher plus de poids à ces faits curieux. Il eût été intéressant de suivre les variations de la couleur par des analyses bactériologiques.

C'était le moment de rappeler des constatations de STAS en 1860 et 1865. L'eau, distillée même avec soin, évaporée après quelques jours, laisse un résidu jaunâtre se brûlant complétement au rouge ; avec de l'eau distillée fraîche, on obtient encore le résidu, mais à condition d'ajouter un peu d'acide nitrique ou chlorhydrique. Stas en conclut que l'eau distillée contient des matières organiques volatiles, qui au bout d'un certain temps, deviennent spontanément fixes et qui le deviennent instantanément sous l'influence des deux acides nommés (2). Il a alors distillé de l'eau en faisant passer la vapeur dans un tube avec de l'oxyde de cuivre chauffé et en employant un réfrigérant en platine.

En 1865, il a donné une autre méthode plus facile à appliquer ; elle

(1) *La couleur des eaux.* — Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 3e série, tome IV, n° 1, 1883.

Sur l'origine des phénomènes de coloration de l'eau de la mer et de l'eau des lacs. — Ibid., tome XII, 1886, p. 814.

(2) J. S. STAS, *Œuvres complètes*, tome I, p. 320.

consiste à distiller l'eau avec un mélange de manganate et de permanganate de potasse fortement alcalin (c'est à peu près le procédé de Wanklyn) ; les traces d'ammoniaque qui peuvent rester (ou qui se forment par la destruction même des matières organiques azotées) peuvent être retenues par une deuxième distillation avec du sulfate monosodique.

« On voit comment ces faits s'adaptent aux observations que j'ai pu » faire, dit M. Spring. Si longtemps que l'eau distillée renferme ces » matières organiques dissoutes et à l'état volatil, comme le dit notre » confrère, l'eau est bleue par transmission de la lumière, mais à » mesure que ces matières s'organisent par la vie, qu'elles deviennent » fixes, l'eau paraît de plus en plus verte. »

Voilà donc un fait d'ordre biologique, qui vient confirmer les vues de Tyndall; la couleur verte de l'eau résulterait de particules en suspension ; mais nous avons un renseignement positif sur la nature de ces particules. D'un autre côté, et contrairement à l'opinion de Tyndall, l'eau distillée pure est bleue et non pas incolore et ce bleu ne provient pas de particules, il est intrinsèque.

Cela a été démontré à suffisance de preuve par toute une série de constatations. De l'eau distillée purissime, qui ne laissait pas la moindre trace dans une capsule de platine polie comme un miroir, et dont on ne pourrait affirmer qu'elle contient encore des particules « sans faire du mysticisme scientifique », était d'un bleu intense, que M. Spring dépeint en termes enthousiastes. Cette eau ne diffusait plus de lumière latérale. Un liquide incolore sous 5 mètres, le seul, l'alcool amylique, agité dans l'air du laboratoire pour lui faire absorber des poussières de toute nature ne devient pas bleu pour cela.

La théorie de Tyndall ne sort donc pas indemne de cette critique expérimentale. La théorie chimique de Wittstein subit un sort analogue. M. Spring fait d'abord remarquer que l'obtention d'un résidu *brun* ne permet pas de dire que l'eau contient en solution une substance de cette couleur, car cette teinte foncée peut être le résultat de l'action de la chaleur. En outre, quand on se reporte aux analyses mêmes de Wittstein, on constate non sans un certain étonnement qu'elles sont loin de corroborer les conclusions qu'il en a tirées ; il n'a pas fait d'analyse d'une eau franchement bleue ; la couleur des eaux naturelles n'est en rapport direct, ni avec la quantité de matières organiques, ni avec la quantité d'alcali ; les eaux vertes ne sont pas toujours plus pures que les eaux brunes et l'auteur limite lui-même cette règle aux eaux courantes, sans qu'on voie la raison pour laquelle les eaux

des lacs feraient exception. Il ne reste donc pas grand chose des résultats de Wittstein, si ce n'est que les sels minéraux dissous n'exercent aucune action sur la couleur des eaux.

La voie de l'observation purement chimique se heurte à notre manque de connaissances sur la constitution réelle des substances dissoutes. Les résultats d'une analyse d'eau, tels qu'on les présente d'ordinaire, sont loin d'être uniquement des faits, car on sait que l'on fait un partage hypothétique des diverses bases entre les divers acides. M. Spring a travaillé dans une autre direction, celle de l'expérimentation directe.

De l'eau de chaux très pure est traitée par l'acide carbonique jusqu'à formation d'un précipité à peine visible; dans le tube de 5 mètres, cette eau est noire comme de l'encre. Voilà donc une substance transparente, le carbonate de calcium, qui arrête toute lumière.

En continuant l'action de l'acide carbonique jusqu'à redissolution complète du précipité à l'état de bicarbonate, on voit successivement du brun, du brun-clair, du jaune, du vert, puis du bleu presque pur. On a donc reproduit toutes les nuances que peuvent présenter les eaux naturelles.

Comme contre épreuve, une solution saturée de bicarbonate de calcium et d'acide carbonique dans l'eau pure, verte sous 5 mètres, soumise à l'action du vide qui dissocie le bicarbonate, passe au vert, au jaune, etc., jusqu'à devenir opaque, et une goutte d'acide chlohydrique ramène au bleu-verdâtre.

Absolument les mêmes résultats ont été obtenus avec de l'eau de baryte, du silicate de sodium et du chlorure d'argent.

Quand, au lieu d'enlever le trouble en dissolvant le précipité par des réactifs chimiques, on se contente d'une décantation, même prolongée, on n'arrive jamais jusqu'au bleu; ces eaux, aussi claires que possible, gardent pourtant une teinte verte. C'est de ce fait que M. Spring fournit une explication très ingénieuse. Dans ces conditions, il est clair qu'on a une solution *saturée;* c'est la seule différence avec la série précédente, où par suite de l'emploi de substances chimiques pour redissoudre le précipité, on est loin de la saturation.

Des solutions assez concentrées de divers sels ont été essayées. Le chlorure de calcium est d'un beau jaune verdâtre, mais par dilution avec de l'eau pure, le vert s'accentue; le chlorure de magnésium est jaune d'or très pur, — le chlorure de sodium, vert de chrome magnifique — le bromure de potassium, d'un beau vert émeraude.

« La couleur jaune produite par une solution d'un sel, dépend moins de la quantité de sel dissous que du voisinage immédiat du sel

de son point de solidification ; de petites quantités de sel peu soluble produisant le même effet que de grandes quantités d'un corps plus soluble.

... J'ai fait bouillir quelque temps de l'eau distillée, pure et bleue, dans un vase en verre. On sait que le verre est peu soluble dans l'eau. »

Après deux jours de repos, cette eau était verte et demeura telle.

C'est là certainement une belle série; chaque étape du raisonnement est appuyée par des expériences probantes et heureusement choisies, telle que l'action de l'eau sur le verre, comme exemple d'un corps peu soluble. Mais la conclusion est également remarquable et nous transporte en plein dans le domaine de la physique moléculaire.

La résistance opposée au passage de la lumière et la dégradation ou plus exactement la transformation de la couleur par des particules solides se manifeste déjà avec les solutions saturées; celles-ci font le même effet que le nuage naissant de Tyndall et M. Spring les appelle un *précipité naissant*.

On connaît le rôle important que jouent aujourd'hui les solutions dans la physico-chimie : la conductibilité électrique, la tension superficielle, la cryoscopie, la pression osmotique, etc., nous permettent de nous faire une idée des molécules ; la formule fondamentale de Mariotte, avec les corrections de Budde pour la grandeur des molécules et de van der Waals pour leur attraction réciproque, régit tous ces phénomènes ; le corps dissous se comporte comme un gaz. Mais cela n'est vrai que pour des solutions *diluées*. L'idée du précipité naissant est peut-être l'explication de l'allure aberrante des solutions plus concentrées. Les expériences montrant une gradation régulière des phénomènes de coloration, il ne serait pas illégitime d'en conclure provisoirement que ce passage à l'état semi-dissous est graduel aussi, et ce serait une nouvelle preuve de la continuité de l'état solide et de l'état liquide, que précisément les travaux de M. Spring sur les solides sous forte pression n'ont pas peu contribué à établir. Envisagées sous ce point de vue, les expériences sur la couleur des solutions ouvrent un vaste champ de recherches, encore inexploré.

Elles mettent également hors de conteste l'exactitude, et de l'affirmation de Bunsen sur la couleur bleue de l'eau et du principe fondamental de Tyndall sur l'influence des parties ultra microscopiques en suspension. Il nous reste à voir comment ces deux principes s'appliquent aux teintes si dissemblables des diverses eaux naturelles.

Les expériences avec l'eau chargée de bicarbonate de calcium sont sous ce rapport extrêmement intéressantes; on reproduit toutes les

nuances du brun au bleu en amenant une dissolution de plus en plus parfaite par un excès d'acide carbonique. Or, en se rapportant aux chiffres de Sainte-Claire Deville en 1848, M. Spring trouve que pour la même quantité de calcaire, les eaux bleues du Rhône, à Genève, renferment près du double (exactement 1,80) d'anhydride carbonique que les eaux vertes du Rhin. Le lac d'Achen dont les eaux sont d'un bleu foncé dans les endroits profonds, est du plus beau vert de chrome sur son bord septentrional, où la berge est calcaire.

Il est probable que tous les autres acides interviennent pour jouer le même rôle et maintenir en complète dissolution les sels. Walter et Gaertner (page 11) mentionnent quelques analyses très incomplètes, il est vrai, où les métaux alcalins ne sont pas dosés, mais dont les chiffres sont pourtant très frappants ; le Rhin à Cologne est jaune verdâtre, le lac de Zurich est vert bleuâtre et le lac de Genève est bleu pur ; les analyses donnent :

	Rhin.	Zurich.	Genève.
Chaux et Magnésie	0gr.0954	0gr.0666	0gr.0538
Acide sulfurique	0 .0196	0 .0092	0 .0381
Chlore	0 .0025		0 .0052
Bases pour 1 d'acide	4 .31	7 .24	1 .24
Acide « « de base	0 .232	0 .138	0 .806

Voici l'explication physique proposée par M. Spring : l'expérience prouve qu'une eau, trouble au point de paraître absolument noire dans le tube de cinq mètres, peut par *dilution* passer au rouge, jaune, vert et bleu ; ces changements optiques sont indépendants de la nature chimique des matières en suspension ; la craie, l'argile, la silice, donnent les mêmes résultats. L'état solide ou liquide est même indifférent, car une très faible émulsion d'alcool amylique agit de même. Dans tous ces cas, si, au lieu de voir à travers le tube selon son axe longitudinal, on le regarde tout à fait de côté, transversalement, on observe une lumière bleuâtre. Ainsi un milieu légèrement trouble, est rouge ou jaune par transmission et bleuâtre par réflexion latérale ou diffusion. Le vert résulte du mélange de ces deux couleurs et les diverses nuances du vert de leurs proportions relatives. On voit que les choses ne sont pas tout à fait aussi simples qu'on pourrait se l'imaginer au premier abord, et si l'on voulait suivre M. Spring dans la discussion minutieuse et détaillée qu'il donne du cas des eaux vertes, ce serait bien plus compliqué encore ; mais il suffit d'indiquer les grandes lignes.

Si l'on tient compte du fait que l'eau très pure est bleue de fonda-

tion, l'azur de l'océan et de certains lacs ne semble pas avoir besoin d'autre explication. Mais en y réfléchissant de plus près, on trouve que cette conclusion est erronée. En effet, une eau optiquement vide, c'est-à-dire sans particules en suspension, ne réfléchirait pas de lumière du tout et paraîtrait noire comme de l'encre. Il faut donc que les eaux bleues renferment cependant encore quelque chose ; si ces particules sont relativement nombreuses, un rayon de lumière incident fera peu de chemin dans l'eau avant de rencontrer dans la suite de ses réflexions la particule qui le rejette au dehors. Le bleu sera donc peu saturé et comme lavé de blanc. Dans le cas contraire, le rayon parcourra un chemin plus long dans l'eau et l'effet sera le même que si l'observateur examinait une colonne d'eau plus grande, le bleu sera plus saturé, plus foncé même.

Entre les eaux vertes et les eaux bleues il y a une grande différence dans le rôle de la diffusion latérale, pour produire la couleur résultante. Dans les dernières, le bleu de diffusion s'ajoute au bleu de fondation propre à l'eau, et s'il peut en résulter une variation de nuance en rendant le bleu plus foncé, il n'y a pas de modification de teinte; mais pour les eaux vertes, le bleu de diffusion a un rôle essentiel, car c'est lui qui fait virer au vert la couleur jaune que montrent toutes ces eaux par transmission.

La cause de toutes ces différences est donc la quantité plus ou moins grande des particules en suspension, le minimum devant se trouver dans les eaux les plus bleues. Si cela est vrai, ces eaux doivent également réfléchir moins de lumière. C'est en effet ce que M. Spring a vérifié au moyen d'un photomètre très simple mais très ingénieux : un tube de septante centimètres de long, fermé par une glace plongée dans l'eau et contenant dans son intérieur un photomètre de Bunsen (papier avec une tache transparente) ; au-dessus du papier une fenêtre à coulisse, ce qui permettait de faire varier la quantité de lumière tombant d'en haut sur le papier. M. Spring a promené ce tube, en guise d'alpenstock, un peu par toute la Suisse, le plongeant dans différents lacs, un bleu (lac de Kander), un vert (Lucerne) et un vert-jaunâtre (Brienz). Si l'on pose la lumière du lac bleu égale à l'unité, on obtient le rapport 1 : 1,04 : 1,272.

Tout cela est parfait, mais j'avouerai qu'il me restait cependant un sentiment de gêne. Il n'y aurait donc pas d'eau optiquement vide; partout des poussières ou des précipités naissants. Ce qui m'a surtout frappé, c'est qu'en agitant de l'alcool amylique pur dans l'air du laboratoire, en « maltraitant » le liquide, comme le dit M. Spring, pas la

moindre trace de bleu n'apparaît (l'alcool amylique est le seul liquide absolument incolore sous 5 mètres).

C'est là la difficulté qui vient d'être résolue dans le dernier travail (1). Le tube de 5 mètres a été quelque peu allongé, il a été porté à 26 mètres! Pour éviter l'emploi d'une masse de liquide trop grande, le diamètre intérieur a été réduit à 15 millimètres. Seulement pour un diamètre si restreint et une longueur si grande, se présenta alors la difficulté de juxtaposer bien dans l'axe les tronçons de deux mètres de long, une erreur de 0.6 millimètres dans le placement du premier tronçon ayant pour effet d'obturer le rayon visuel; or, les verreries ne peuvent pas travailler avec ce degré de précision; chaque tube a donc été muni de vis de pression et courbé de force dans la position convenable; ce travail préliminaire a pris six semaines.

Avec cet appareil, la lumière d'un jour nuageux en passe pas; mais avec un ciel serein ou, mieux encore, avec un bec Auer, l'eau est d'un bleu foncé très pur et avec une lunette astronomique on distinguait très nettement un réticule de deux fils fins.

L'attention a surtout porté dans cette série d'expériences sur l'illumination de l'eau, c'est-à-dire la lumière que l'on peut observer latéralement et qui provient de la diffusion; cette illumination n'a été sensible que sur une profondeur de 2 mètres à partir de la source lumineuse, mais elle était parfois si intense que si elle avait été due véritablement à des corpuscules, l'eau n'eût pu présenter le degré de transparence dont elle jouissait. Il fallait donc chercher une autre cause.

Cette cause, M. Spring l'a trouvée dans le défaut d'homogénéité physique de l'eau provoquée par des inégalités de température. Ce qui, chez Tyndall, n'était qu'une supposition, est donc ici un fait d'expérience. Le tube placé dans une salle dont la température était de 4 degrés et rempli d'eau à 16 degrés était complétement opaque; au bout de quelque temps, quand l'équilibre de température était établi, transparence complète.

Ce fait établi quant à sa nature, il s'agissait de passer à l'examen quantitatif et de déterminer la plus petite différence de température capable de produire l'opacité. A cet effet le tube tout entier a été transformé en thermomètre en y soudant normalement un tube de 3 millimètres de diamètre et de 1 mètre de long dans lequel devait se

(1) *Sur le rôle des courants de convection calorifique dans le phénomène de l'illumination des eaux limpides*, par W. Spring. — Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève, 4e période, tome I, mars 1896.

faire l'expansion du liquide; le calcul montre que pour 1 degré il y avait une course de 53 millimètres, ce qui fait environ un demi-millimètre, variation facilement appréciable, pour 1/100 de degré. Il a été constaté que pour 0,57° de différence de température entre l'eau et le milieu ambiant, l'opacité était complète.

Or, dans la nature, les différences de ce genre doivent être présentes. Un vent sec et chaud a le double effet de refroidir par évaporation et de concentrer la couche supérieure; celle-ci a sa densité augmentée et il se produit des courants de convection. Pour que la réflexion se produise, « la présence de corpuscules solides, dont l'existence n'a d'ailleurs jamais été démontrée dans une eau bleue, n'est pas absolument nécessaire ».

Des détails infimes et aberrants à première vue s'expliquent aisément. Un savant suisse, qui fait du lac de Genève une étude constante, M. Forel, dit que les eaux des lacs d'eau douce sont plus transparentes en hiver qu'en été; pendant cette dernière saison il est absolument impossible de voir le fond et, par suite, de recueillir les objets antiques que l'œil doit aller chercher dans les ruines des cités lacustres, sous 3 à 6 mètres d'eau; en hiver, au contraire, l'eau est généralement assez transparente pour permettre une pêche fructueuse. D'après M. Forel, l'eau de l'été garderait en suspension un nombre plus grand de poussières que l'eau homogène et uniformément dense de l'hiver, ce que j'avoue ne pas saisir parfaitement, et je crois que M. Spring n'a pas été plus heureux que moi, car tout en s'abstenant de formuler aucune objection, il fait ressortir que cette explication n'est pas la seule possible. Cette uniformité de densité pendant l'hiver supprime naturellement les courants de convection et rend le liquide optiquement homogène.

Quoiqu'un travail sur les alcools ne rentre pas dans le cadre de cet article, il serait vraiment dommage de ne pas mentionner la dernière notice de M. Spring *(Sur la couleur des alcools comparée à la couleur de l'eau*, Bull. Acad. Belgique, 3e sér., t. XXXI, 1896.) Le tube de 26 mètres a été utilisé. L'alcool méthylique s'est montré bleu verdâtre, l'alcool éthylique également, mais de nuance moins chaude, et l'alcool amylique n'est plus incolore, mais jaune verdâtre. Dans ce travail, nous trouvons des tentatives pour déterminer numériquement l'intensité du bleu, ce qui n'avait pas été fait dans les travaux antérieurs; le liquide de comparaison était une solution de chlorure cuivreux à 16, 32 %; les 26 mètres d'eau correspondent à $0^m.314$ de la solution cuivrique, l'alcool méthylique à 0.012, l'alcool éthylique à

0.06 et pour l'alcool amylique le test est inapplicable à cause de la teinte jaune verdâtre du liquide.

Au point de vue spectroscopique, l'eau exerce son action surtout sur les extrémités du spectre solaire, tout en affaiblissant l'intensité du jaune. Le même caractère s'observe dans le spectre des alcools, mais l'absorption de la partie la plus réfrangible devient de plus en plus grande à mesure que le chaînon carboné domine davantage, tandis que la diminution du rouge ne fait que des progrès peu sensibles. Les choses paraissent se passer comme si le groupe oxhydrile (OH) avait pour effet d'absorber l'extrémité rouge du spectre et les chaînons carbonés l'extrémité opposée (le violet et le bleu) en fonction du nombre des atomes de carbone. L'eau H.OH, qui est privée de carbone, laisse passer beaucoup de violet, l'alcool méthylique en laisse passer moins et l'alcool amylique donne la première lueur visible dans le spectroscope, dans le bleu : il n'y a pas de violet. Le rouge reste sensiblement le même chez les quatre corps. Ces observations rendaient intéressant l'examen d'un hydrocarbure, c'est-à-dire d'un corps privé d'oxhydrile. On a donc rempli le tube de 26 mètres de ligroïne, ce qui correspond à un mélange d'hydrocarbures depuis C^6H^{14} à C^8H^{18}. Ce liquide était *jaune sombre* sans la moindre pointe de vert. Son spectre se composait de trois couleurs seulement : le vert, l'orange et un peu de rouge. Ce résultat corrobore par conséquent les observations faites à l'aide des alcools ; il permet même de dire que les alcools supérieurs à l'étage C^5 comprendront aussi des espèces éteignant complétement le bleu et la lumière solaire.

La résistance comparée de ces divers liquides, c'est-à-dire leur effet d'absorption sur la lumière blanche, a été étudié en déterminant le nombre de plaques de verre enfumé nécessaires pour produire l'opacité complète, tantôt rien qu'avec des plaques, tantôt en employant les plaques et le tube rempli de liquide. Avec les plaques seules il en faut 21 ; avec l'eau il en faut 6, la différence 15 est donc la résistance de 26 mètres d'eau et elles absorbent 99.97 % de la lumière incidente. Il n'y a donc que 3 pour 10,000 de lumière qui arrive à notre œil à travers 26 mètres d'eau, ce qui prouve l'exquise sensibilité de l'œil.

Pour la plupart des chimistes praticiens et des ingénieurs, il ne peut être question de répéter les expériences de M. Spring. Les appareils sont trop encombrants et surtout la préparation d'eau distillée purissime exige un temps dont malheureusement on ne dispose généralement pas. Mais j'ai constaté que cela n'est pas absolument nécessaire. J'ai rempli d'eau distillée ordinaire mais récemment préparée, une très

grande éprouvette (1 mètre de haut sur 9 1/2 centimètres de large), la couleur était bleu d'azur et si nette qu'une personne non prévenue pensait qu'il s'agissait d'une solution très étendue de sulfate de cuivre. Ce qui, d'après moi, donne cette intensité extraordinaire, c'est moins l'épaisseur de la masse liquide normalement traversée par les rayons lumineux, que les réflexions successives qui se font sur les parois de la large éprouvette et qui ont donc traversé dans leur course en zigzag une couche beaucoup plus épaisse. Ce qui le démontre, c'est que lorsqu'on écarte ces rayons latéraux en les absorbant par une couche sombre (un tablier bleu foncé de laboratoire) roulée autour de l'éprouvette de façon à ne plus avoir que les rayons directs, la couleur diminue d'intensité. Le bleu est surtout marqué quand on regarde obliquement d'en haut dans l'éprouvette. Un tube en fer galvanisé comme ceux qu'on emploie pour les canalisations d'eau a été rempli à moitié avec la même eau, puis placé horizontalement; la moitié inférieure occupée par le liquide était bleu indigo très foncé quand on regardait un peu obliquement en haut, de façon à avoir le rayon après ses réflexions successives sur la paroi inférieure et par réflexion totale sur la surface du liquide. Quand le tube était rempli entièrement, la couleur était bien moins vive dans le tube de 5 mètres que dans l'éprouvette de 1 mètre.

Tout ce qui précède s'applique, soit à l'eau de la mer, soit aux eaux douces d'une grande pureté. Dans les deux cas, au point de vue pratique, l'ingénieur ou le chimiste n'auront que rarement l'occasion de tirer profit des faits et théories que nous venons d'établir. A part quelques essais d'arrosage de la voie publique, sur les résultats desquels (surtout pour la végétation) on n'est pas encore définitivement fixé, l'eau de mer n'est pas employée; il est bien question d'amener à Londres de l'eau de mer en grande quantité pour l'arrosage et le rinçage des égouts, mais l'affaire n'est encore qu'à l'état de projet assez vague ; et en tout cas, on se préoccuperait fort peu, pour de pareils emplois, de la transparence et de la couleur émeraude ou bleu d'azur de cette eau. D'un autre côté, quand une distribution d'eau potable est alimentée par des sources captées à leur émergence, on estime qu'un contrôle régulier et permanent n'est pas nécessaire, car, en général, la composition de ces eaux est assez constante et d'ailleurs, on ne peut rien y faire ; on ne va donc pas s'amuser à regarder la couleur.

Il en est autrement quand, par nécessité, il a fallu prendre une eau de rivière, ouverte à des causes de pollution et qu'il faut traiter par un mode quelconque de purification. Le plus souvent, ces eaux charrient des matières en suspension et à travers un tube de 5 mètres, et même moins, la lumière ne passe pas du tout; mais pour l'eau purifiée,

l'examen de la transparence et jusqu'à un certain point, celui de la couleur, a de nouveau de l'importance.

Une catégorie nombreuse et importante d'eaux naturelles, sont les eaux brunes ou noires. Tout le monde admet qu'il y a là un phénomène de coloration dû à une substance dissoute et l'accord existe, aussi général, sur l'origine végétale de cette matière. On doit rattacher à cette catégorie les eaux jaunes, pour autant que le jaune ne soit pas dû à du limon ou à de l'oxyde de fer, ce qui du reste les rend opaques. L'assimilation des eaux jaunes *transparentes* avec les eaux brunes ou noires, également très limpides, est justifiée entre autres par le fait qu'une solution de caramel d'un brun noir épais, convenablement diluée, finit par donner une eau jaune.

On rencontre des eaux de ce genre assez fréquemment en Hollande, provenant des polders ou de régions tourbeuses. L'eau utilisée pour la distribution de la ville de Gouda, par exemple, est comme de l'eau avec du cognac, très nettement teintée, même dans un verre à boire ordinaire. Leur caractère chimique le plus frappant est leur titre très élevé d'oxydabilité ; traitées par le permanganate de potasse en solution acide, elles consomment par litre environ gr. 0.050 de $KMnO_4$, correspondant à gr. 0.250 de matières organiques. La couleur est très persistante et le filtrage au sable ne l'enlève pas complétement ; l'alun a ici un effet très marqué ; mais on en exagère l'emploi pour réduire le titre d'oxydabilité au-dessous d'une certaine limite, prescrite par le cahier des charges ou l'acte de concession de l'entreprise. Le seul résultat utile est de grever le budget de la Société exploitante. Chose curieuse, dans toutes les villes où l'exploitation a lieu en régie, on ne se paye pas cette fantaisie et l'hygiène publique ne s'en trouve pas plus mal.

Les eaux noires des rivières équatoriales de l'Amérique du Sud ont donné lieu à quelques observations intéressantes, se rapportant à des affluents de l'Orénoque et de l'Amazone. Ces eaux sont claires et limpides, mais d'une teinte nettement foncée; elles contiennent une forte proportion de matières organiques, et pourtant, elles sont, beaucoup moins que les eaux blanches ordinaires, sujettes à se corrompre ; chose curieuse, les roches sur lesquelles coulent ces eaux noires gardent leur couleur naturelle, tandis que les eaux blanches au contraire forment des dépôts colorés sur les bords. D'après Muntz et Marcano (1), voici quelle serait l'explication de toutes ces anomalies : ces eaux noires

(1) *Académie des Sciences de Paris,* 3 décembre 1888.

contiennent des acides humiques provenant de la décomposition des matières végétales; dans les districts granitiques, cette acidité n'est pas neutralisée par du calcaire et, dans ces conditions, la destruction des matières organiques par les organismes nitrificateurs ne peut pas se produire; il y a en effet absence de nitrates dans ces eaux. De là, en outre, la permanence de cette coloration. L'acidité maintient en dissolution le fer et le manganèse, et il ne se forme pas de dépôt sur les roches. Quand ces eaux noires se mélangent avec des eaux ordinaires, contenant du calcaire, la matière organique est rapidement détruite.

Nous venons d'employer le terme « acides humiques ». Au lieu des expressions vagues de matières organiques d'origine végétale, produits de la tourbe, etc., nous avons donc ici une dénomination chimique. Malheureusement, elle est au pluriel; et si nous examinons de plus près, nous constatons que la précision n'est qu'apparente, qu'elle est toute en surface et que l'on sait encore fort peu de choses sur ces matières.

Quand on traite par une solution diluée de potasse ou de soude, la terre végétale ou *humus*, on obtient une liqueur très foncée, dans laquelle un acide précipite des matières floconneuses; ce mode de préparation permet de soupçonner que le précipité est de nature acide, ce que confirme l'action sur le tournesol du produit convenablement lavé. La substance acide en question forme des sels solubles avec les bases alcalines, insolubles avec les autres, notamment avec la chaux. Le phénomène observé par Muntz et Marcagno, de l'enlèvement rapide de la couleur brune par l'intervention d'eaux calcaires et attribué par eux à une action nitrifiante rapide, rendue possible par la saturation des acides humiques, n'est pas nécessairement si compliqué et il n'y a probablement qu'une simple précipitation chimique. Berzelius (1) dit que par la réaction entre un humate ammoniacal et un sel alcalino-terreux soluble, il se produit un précipité qu'on peut séparer par filtration. M. C. Klement (2) a serré la question de plus près en opérant sur des eaux brunes naturelles avec du spath d'Irlande finement pulvérisé: il a obtenu une décoloration rapide.

Toute connaissance au sujet de la nature chimique d'un corps, doit pouvoir se traduire par une formule; et si la connaissance est suffisante, la formule sera ce qu'on nomme une formule « développée », dans laquelle la situation respective et les rapports de tous les atomes composant la molécule sont indiqués.

(1) *Lehrbuch der Chemie*, 1839, vol. 8, page 390.

(2) *Les puits artésiens de Willebroeck. — Mémoires de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 1889, tome III, page 259.

Nous sommes encore loin de compte pour les matières humiques; leur composition élémentaire n'est même pas définitivement fixée et il y a encore des doutes sur le rôle de l'azote, que les uns considèrent comme faisant partie intégrante de la molécule, d'autres comme simplement ammoniacal, et enfin qui, dans certains cas, pourrait simplement avoir été absorbé dans l'atmosphère et maintenu par adhésion, par une action analogue à celle du noir de platine. On n'est d'accord que sur un seul point : le très grand nombre de ces substances ne différant entre elles que par des caractères de minime importance; celles qui renferment l'hydrogène et l'oxygène dans les proportions de l'eau ($C^mH_{2^n}O^n$) sont désignées comme *acides humiques;* quand il y a un excès d'hydrogène, on a des *acides ulmiques* et pour un excès d'oxygène des *acides géiques;* les substances qui n'ont pas de propriétés acides et qui restent comme résidu du traitement de l'humus par la lessive de soude sont désignées comme *humine* et *ulmine* (1). Mais ce sont des catégories de substances, comme on dit les alcools, les graisses, les résines.

Deux acides méritent une mention particulière, les acides *crénique* et *apocrénique* (2). Ils ont été trouvés il y a cinquante ans par Berzelius, dans une eau minérale de la Suède, à Porla. En sursaturant la lessive de soude dans laquelle le résidu solide a digéré, par de l'acide acétique et ajoutant de l'acétate de cuivre, on précipite l'apocrénate; en neutralisant le liquide filtré par du carbonate d'ammoniaque et traitant de nouveau par de l'acétate de cuivre, on obtient le crénate. Pour Berzélius, les deux substances étaient azotées, mais pour Mulder elles sont ternaires, et très oxygénées, surtout l'acide apocrénique; elles rentreraient donc dans la catégorie des acides géiques.

Toutes ces substances sont assez souvent mentionnées dans les rapports sur les analyses d'eau ; mais cela ne veut pas dire que chaque fois on les a séparées et dosées ou même simplement recherchées. C'est un travail qui sort tout à fait de la pratique courante des analyses.

Une très honorable exception est le mémoire de M. C. Klement, déjà cité. L'eau du puits artésien de l'établissement de Naeyer, à Willebroeck, donne par calcination du résidu solide, une perte de gr. 0.0244, que l'on peut considérer comme matières organiques, grâce à la composition de cette eau et aux précautions spéciales de l'analyse; mais par la méthode au permanganate de potasse de Kubel et en multipliant par le coefficient 5, (1 partie de $KMnO_4$

(1) *Humus,* terre végétale. *Ulmus,* orme, une de ces substances ayant été trouvée d'abord dans ce bois décomposé. *Géique,* du grec *gê,* terre.

(2) Du grec *crene,* source.

étant censée détruire 5 parties de matières organiques), on trouve gr. 0.169, soit *sept* fois trop. Pour passer du permanganate aux matières organiques, il aurait donc fallu, au lieu de multiplier par 5, multiplier par environ 0.7, c'est-à-dire retrancher 30 °/₀. On comprend que M. Klement dénie toute valeur scientifique aux indications d'un procédé aussi peu constant.

La répartition du permanganate entre les diverses matières oxydables de l'eau n'est pas moins intéressante; l'eau traitée par les acides minéraux dépose après quelque temps un précipité brun d'acide apocrénique, de 0.008 à 0.009 gr. par litre et ne consomme plus alors que 0.0101 gr. de permanganate au lieu de 0.0338; c'est-à-dire que les 0.008 gr. d'acide apocrénique prennent à eux seuls 0.0237 gr. de permanganate. Il en résulte qu'une partie des premières matières organiques correspond à 0.429 de permanganate, et une d'acide apocrénique à 2.96.

Les travaux les plus importants sur l'origine de la couleur des eaux brunes nous viennent d'Amérique. Le Bureau d'hygiène de l'État du Massachusetts et la ville de Boston peuvent être cités comme exemples à tous les peuples. Pour n'importe quelle question d'eau, celui qui n'a pas lu leurs publications ne peut pas se dire au courant.

Comme résultat final d'une longue série d'analyses de presque toutes les eaux de l'État, le chimiste du Bureau, M. T. Drown, dit que la couleur des eaux superficielles provient presque toujours de matières végétales, feuilles, herbages et tourbe. Les eaux qui ont longtemps séjourné dans les marais ou les tourbières ont une couleur jaune brun très foncé. Ces eaux donnent en général peu d'ammoniaque libre mais beaucoup d'ammoniaque albuminoïde; ce qui démontre que cet ammoniaque albuminoïde provient de la décomposition de la matière colorante, c'est d'abord le fait général, auquel il y a toutefois de nombreuses exceptions, que, toutes choses égales d'ailleurs, la quantité de cet ammoniaque albuminoïde est proportionnelle à la couleur et ensuite que environ les 4/5 de cet ammoniaque sont enlevés par de l'alumine précipitée, qui entraîne la matière colorante à l'état de laque et clarifie d'une manière remarquable les eaux les plus foncées.

Des expériences très intéressantes ont été faites en traitant des feuilles d'automne avec de l'eau distillée. La première extraction donne un liquide plutôt jaune et très riche en matières albuminoïdes (0.494 mgr. par litre); les extraits subséquents, pour une même intensité de teinte, donnent beaucoup moins (0.174 mgr. pour le deuxième extrait, 0.072 après des extraits répétés); la couleur de ces trois eaux,

exprimée en cc. d'ammoniaque nesslérisée était respectivement 0.8 — 0.8 — 0.9. Il y aurait utilité à compléter ces études et notamment à comparer la couleur de ces extraits aqueux, condensés au besoin par évaporation, avec les réactions chimiques et spectroscopiques bien connues de la chlorophylle. Des faits botaniques et des résultats des analyses ci-dessus, il me semble que les faits sont à peu près comme suit : la phylloxanthine (la partie jaune de la chlorophylle) est plus stable que la phyllocyanine (la partie bleue) ; voilà pourquoi les feuilles jauniraient à l'obscurité et à l'automne, par destruction ou modification de la cyanine. L'eau dissoudrait plus facilement la phylloxanthine, qui passerait dans les premiers extraits, et moins modifiée, ayant conservé sa structure chimique albuminoïde, donnerait beaucoup d'ammoniaque albuminoïde. Les extractions subséquentes agiraient surtout sur les produits de décomposition de la phyllocyanine et sur les matières humiques en lesquelles le ligneux de la feuille se transforme. Il y aurait là, pour un chimiste qui aurait le temps et une certaine connaissance de la botanique, un travail intéressant à faire.

La couleur des eaux peut donc varier avec l'âge des feuilles mortes, c'est-à-dire avec l'avancement de la saison ; la nature différente des feuilles suivant l'essence végétale a aussi, paraît-il, une influence. De la vieille tourbe donne énormément de couleur, mais pas plus d'ammoniaque albuminoïde que des feuilles fraîches ; une eau d'extraction d'une couleur 2.0 ne donnait en effet que 0.516 mgr. d'ammoniaque.

D'autres causes encore interviennent pour produire des variations saisonnières et comme les conditions ne sont pas partout les mêmes, ces variations peuvent différer d'un bassin à l'autre, tant au point de vue de l'intensité que des époques.

Ainsi, pour une des eaux de Boston, le maximum de couleur est en juin, puis il y a diminution rapide jusqu'en septembre ; vers la fin d'octobre la couleur se fonce de nouveau et il y a un deuxième maximum en décembre, mais moins marqué que celui de juin ; le deuxième minimum, égal à celui d'octobre, se produit vers la mi-mars.

Voici l'explication que donne M. Fitz Gerald, ingénieur à Boston : au printemps, tous les marécages ont leur maximum d'eau et c'est par dilution que la couleur est diminuée ; le débit diminue graduellement, et c'est vers juin que les étangs d'amont fournissent leurs dernières eaux à la rivière, qui n'est plus alors alimentée que par ses sources, plus claires ; avec les pluies d'automne, les étangs se rattachent de nouveau au régime général du bassin et la couleur augmente. De fortes pluies estivales ont temporairement le même effet.

Ce n'est pas seulement l'intensité qui varie, mais la nature même de la teinte. En automne, les eaux sont plutôt vertes; c'est l'action des feuilles fraîchement tombées; en juin, la teinte vire au rouge-brun, sous l'influence des dernières eaux fournies par la vieille tourbe.

Dans ce premier cas, il s'agissait d'un cours d'eau; pour un lac, le lac Cochituate, les maxima de coloration sont en avril et en novembre. Par suite de la glace qui se forme et qui empêche l'action décolorante du soleil, la couleur va en augmentant jusqu'en avril. La glace disparaît alors et la couleur décroît. Le maximum de novembre serait dû aux courants de convection par suite du changement de température, courants verticaux qui mettent en mouvement, pour les porter à la surface les eaux du fond, de nature ferrugineuse.

Dans les réservoirs servant à l'alimentation des villes ou dans les lacs constitués par le barrage d'une vallée et suffisamment profonds pour qu'il n'y ait pas trop de végétation, on observe une certaine diminution de la couleur; les divers réservoirs de Boston ont été très soigneusement étudiés sous ce rapport; leurs dimensions étant très différentes, la durée de séjour de l'eau varie de l'un à l'autre de 15 jours à 8 1/2 mois. Il a été reconnu que pour moins de 3 mois, l'amélioration est si faible qu'elle est pratiquement négligeable; plus tard, elle semble proportionnelle, à la fois au temps et à l'intensité de la coloration primitive.

Les causes de cette amélioration sont l'action du soleil, qui agirait comme dans le blanchissage du linge, et l'activité vitale des algues inférieures. De cette dernière assertion, il est donné une démonstration assez originale par ce qu'on appelle l'ammoniaque albuminoïde en suspension, distingué de l'ammoniaque albuminoïde dissous ordinaire; c'est la différence entre deux déterminations, avant et après un filtrage au papier, différences provenant des particules en suspension, généralement des algues et d'autres micro-organismes. L'emmagasinement, le *storage* pour employer le mot anglais, a toujours pour effet d'augmenter cet ammoniaque en suspension, ce qui indique un développement des organismes. Il est vrai que cette raison n'est pas péremptoire, car il peut y avoir là une simple coïncidence; mais la concordance va jusque dans les détails. Ainsi, des cinq réservoirs de Boston, celui qui donne de loin la plus grande amélioration de la couleur (1.87 réduit à 0.89) ne vient qu'en troisième ligne pour la durée du *storage* (trois, quatre mois), mais en première ligne, et pour l'intensité de coloration des eaux qu'il reçoit et pour l'accroissement d'ammoniaque albuminoïde en suspension (de 0.024 mgr. à l'entrée

contre 0.169 dans le réservoir). La décoloration est surtout active pendant les mois d'été; elle montre un maximum très marqué en juin et diminue ensuite régulièrement; les deux actions, l'influence chimique directe des rayons solaires et la pullulation des micro-organismes ont certainement leur optimum à cette époque.

Ainsi, nous trouvons comme causes agissantes de la couleur : la végétation (chute des feuilles), l'action du soleil et de l'air, l'évaporation et les pluies, la glace, les changements de température et les courants de convection qu'ils déterminent, la composition chimique du sol, l'action vitale des algues inférieures. Et il serait téméraire d'affirmer que la liste est complète, que nous connaissons les diverses combinaison possibles de ces causes multiples et la part proportionnelle revenant à chacune d'elles. Même dans les cas les mieux étudiés, nous ne pouvons prétendre avoir pénétré la formidable complexité du plus vulgaire phénomène naturel et nos conclusions les plus solidement étayées n'ont que la valeur d'un schéma grossier.

La pullulation des organismes semble être la cause la plus active, mais pas trop n'en faut, car de l'accumulation de ces algues mortes et de leur décomposition rapide, il peut résulter un mauvais goût. On a remarqué en Amérique que ce sont les eaux les plus foncées qui y sont sujettes. Au commencement de juillet de 1896, un des fossés de l'enceinte d'Anvers a été ainsi infecté par des algues de la famille des Nostochinées, le genre *Anabæna;* l'eau était recouverte d'une épaisse couche vert-bleuâtre clair, comme de la peinture à l'huile qui aurait été versée et qui surnagerait en se desséchant à moitié et devenant une membrane plissée et poisseuse. Les occupants de quelques logements militaires à proximité se plaignaient de la mauvaise odeur.

Ces matières végétales brunes qui colorent les eaux sont très facilement décomposées par le permanganate de potasse, comme le prouve la grande quantité d'ammoniaque albuminoïde qu'elles dégagent avec le procédé d'analyse de Wanklyn. Ceci démontre en même temps toute l'exagération des vues de ce chimiste quand il considère l'ammoniaque albuminoïde et la facilité de décomposition comme caractéristiques de pollution d'origine animale. Elles titrent très haut avec le permanganate en solution acide (méthode de Kubel et Tiemann) et c'est cette proportion excessive par rapport à l'ammoniaque albuminoïde qui me semble encore leur caractère le plus distinctif. En même temps, ces eaux sont très stables vis-à-vis des agents naturels, comme on a pu le voir par le fait que trois mois de séjour ne diminuent pas la teinte et que l'ammoniaque albuminoïde ne varie guère. Je dois à l'obligeance de M. le baron van Ertborn, le géologue bien connu,

une eau remarquable, provenant du puits artésien de la station de Denderleeuw, profond de 86 mètres et plongeant dans le Landenien supérieur; l'eau est jaune brun, beaucoup plus brun que du vin de Madère et elle est vieille d'une quinzaine d'années. M. Rutot a signalé ces faits dans la séance du 9 octobre 1889 de la Société belge de Géologie (1), dans la discussion qui a suivi la lecture du travail de M. Klement, et rappelle à ce propos que souvent on trouve des ossements de grands vertébrés; il établissait dans sa pensée une relation possible de cause à effet entre ces débris animaux et la couleur de l'eau (2), tout en reconnaissant l'exactitude de faits cités par M. Klement. Chose très curieuse, certains de ces puits n'ont commencé à donner de l'eau foncée que plusieurs années après leur mise en marche.

Le filtrage au sable, tel qu'il est pratiqué pour l'alimentation d'un grand nombre de villes très importantes, a sur la couleur des eaux un effet assez variable ; il y a naturellement toujours une réduction, mais sa grandeur est influencée par les causes diverses qui agissent sur l'efficacité du filtrage : vitesse, nature de l'eau, température, âge du filtre, etc. Les expériences de Lawrence (Mass.) ont donné pour deux années, une amélioration moyenne de 40 %. — Quant au mécanisme de cette action, il est probable que l'action de fermentation bactérienne de la couche supérieure y est pour quelque chose; mais c'est surtout pour ces matières colorantes que l'action d'adhésion moléculaire purement physique me semble le mieux établie : on trouve en général que du sable neuf est beaucoup plus actif que du sable ayant déjà servi. C'est bien certainement cette action qui rend si efficaces et si utiles les filtres domestiques au charbon ou au noir animal; les filtres à substances minérales poreuses, grès, porcelaine (Chamberland), terre siliceuse (kieselguhr, Berkefeldt) n'ont aucune action ; mais il faut rappeler, qu'au point de vue hygiénique, ce sont ces derniers qui peuvent enlever les microbes ou tout au moins en réduire le nombre, tandis que, à cet égard, les premiers sont non seulement inopérants mais positivement mauvais.

Un des meilleurs moyens de décolorer les eaux est l'addition d'une minime quantité d'alun L'alun est un sulfate double d'alumine et de potasse, qui se dissocie facilement en acide sulfurique libre et en alumine, laquelle forme un précipité gélatineux ; ce précipité attire à

(1) *Bulletins*, vol. III, page 383.

(2) *Les eaux brunes dans les puits artésiens de Ninove.* — Ibidem, *Mémoires*, tome IV, 1890, page 242.

lui toute la matière colorante ; la théorie de ces diverses actions est loin d'être établie. Il suffit de 50 kilogr. d'alun par 1000 mètres cubes (5 sur 100,000) pour avoir un effet des plus marqués. Le procédé est très employé avec les « mechanical filters » américains et en Hollande, comme il a été dit plus haut.

Le procédé de Clark (traitement par la chaux) serait également de nature à diminuer la couleur ; mais les eaux brunes sont généralement très peu calcaires et le procédé ne leur est donc pas applicable. L'emploi de marbre pulvérisé, suggéré par M. Klement, mériterait d'être essayé en grand.

Nous allons examiner maintenant le parti pratique que l'on a tiré de ces études et voir jusqu'à quel point elles ont été utilisées dans les ouvrages techniques se rapportant à l'eau.

Il est assez étonnant de trouver plusieurs livres qui ne parlent même pas de la couleur. Tel est le cas pour l'excellent opuscule de Wanklyn *Water analysis*, — le grand traité de Fresenius, qui consacre un chapitre étendu à l'analyse des eaux douces et des eaux minérales, — l'*Agenda du chimiste français*, — la *Chemische Technologie des Wassers* de Fischer.

La grande majorité des traités en fait mention, mais d'une façon d'ordinaire sommaire. Reichardt confond couleur et transparence. On se borne le plus souvent à regarder à travers un tube de 60 centimètres environ (2 pieds) ; les uns recommandent la comparaison avec de l'eau distillée (Blas), — avec une eau de composition connue dans des éprouvettes à pied (E. Frankland), — dans un tube horizontal rempli à moitié et comparant avec la moitié supérieure vide (Leffmann et Beam).

Dans toutes ces méthodes, ou plutôt ces simples procédés, il y a uniquement constatation momentanée, dont le résultat ne peut être traduit en chiffres. Pour arriver à une véritable analyse quantitative, il faut une norme de couleur. On a employé des tubes donnant une gamme de couleurs depuis le bleu jusqu'au jaune (Forel), — une solution de caramel (Tiemann et Gaertner, Ohlmuller), — l'ammoniaque nesslérisée (A. R. Leeds), — une dilution d'une eau brune naturelle, titrée au préalable par la méthode précédente (Mme Richards), — une solution très diluée de bichromate de potasse (usine de Waelhem), — un mélange optique d'une solution bleue et d'une solution brune (Crookes, Odling et Tidy), — un mélange de chlorure de platine et de chlorure de cobalt (Allen Hazen), — une série de verres colorés (Lovibond's tintometer).

Quand on a obtenu des chiffres, il s'agit de les interpréter. Ce ne

serait pas la peine de gâter du sucre pour préparer le caramel, uniquement dans le but de remplir une colonne de plus dans un bulletin ; il faudrait que ce renseignement puisse contribuer à donner au chimiste une idée sur la valeur hygiénique de l'eau examinée.

Plusieurs écrivains l'ont compris ainsi. Dans un livre récent de M. Coreil (1) on lit ce qui suit :

« L'eau potable vue en petite quantité doit être incolore, vue sous une grande épaisseur, elle possède une légère teinte bleue.

Une eau, qui, regardée sous une faible épaisseur, est colorée, tient en dissolution ou en suspension des matières étrangères, indices de son impureté. On doit la considérer comme impropre à la consommation ou tout au moins suspecte. M. Burcker *(Traité des falsifications,* etc.) dit « qu'on doit rejeter de l'alimentation toutes les eaux qui, sous une faible épaisseur, ne sont pas absolument incolores, et qui ne sont pas d'un bleu pur, quand on les examine sous une épaisseur un peu plus considérable. »

M. P. Guichard *(L'Eau dans l'Industrie*, J. B. Baillière et fils, Paris, 1894) a exhumé un curieux mémoire inséré en 1876 dans les *Annales d'Hygiène* et dû à M. A. Gerardin :

« Les eaux sont divisées en eaux vertes et eaux bleues. Les eaux bleues sont les plus pures, elles sont transparentes, ne réfléchissent pas les images et se conservent sans altération ; si on trouble l'eau bleue par des matières en suspension, elle reste trouble, les matières en suspension sont animées du mouvement brownien ; à cause de cela, elle ne convient pas à l'industrie.

Au point de vue chimique, elle a un titre oxymétrique constant de 7 à 8 cc. d'oxygène par litre ; c'est son seul caractère chimiqne distinctif.

Si on la conserve stagnante dans un étang ou une pièce d'eau, elle perd sa couleur et devient verte ; en même temps ses propriétés se sont modifiées, elle n'est plus transparente, mais, au contraire, elle réfléchit les images comme un miroir, elle est souvent odorante, d'une saveur désagréable ; cependant les vaches la boivent de préférence à l'eau bleue, elle s'altère et se putréfie au bout de peu de jours ; si on la conserve dans des réservoirs, elle laisse déposer facilement les matières en suspension qui sont inertes et qui n'ont pas le mouvement brownien.

Elle est bonne pour l'emploi industriel, à cause de cette propriété de se clarifier.

(1) *L'eau potable.* — Librairie Baillière, 1896.

Elle doit sa couleur verte à des myriades d'algues microscopiques du genre *(Chroococcus)*.

Elle contient de 0 à 10 ou 11 cc. d'oxygène et est chargée de matières organiques en décomposition.

Les eaux vertes et les eaux bleues ne nourrissent pas les mêmes mollusques ni les mêmes poissons; elles n'ont pas non plus la même végétation. Jamais une eau verte ne peut redevenir bleue.

La Seine est bleue jusqu'à Corbeil, puis elle verdit insensiblement à mesure qu'elle reçoit les eaux d'égout; à Paris elle est tout à fait verte, puis elle devient tout à fait corrompue après Paris; elle redevient verte à Meulan, mais ne redevient bleue qu'à Caudebec où le mélange avec l'eau de mer tue les algues colorantes. On peut donc dire que jamais la Seine ne redeviendra bleue ni potable comme l'eau de la Vanne, même quand on cessera d'y déverser les égouts, mais elle redeviendra alors une bonne eau verte, c'est-à-dire pourra servir à l'industrie, et même jusqu'à un certain point être bue, à la condition de ne pas la conserver.»

On voit que ces auteurs n'y vont pas de main morte; rien que des eaux bleues! Pourquoi pas tout de suite le tube de Spring? Pour les gens compétents, des exagérations de ce genre n'offrent pas grand inconvénient; on n'attache à ces affirmations pas plus d'importance que les auteurs n'y en attachent eux-mêmes. Mais des livres pareils peuvent faire beaucoup de mal dans les mains de personnes ignorantes prenant pour parole d'évangile tout ce qui est imprimé.

Dans tous les autres ouvrages, il n'y a au sujet de la signification de la couleur, que la phrase stéréotypée que l'eau doit être incolore. Pour les chimistes, la détermination de la couleur d'une eau est une chose tout à fait accessoire et leur attention porte ailleurs.

Or, de tous les examens, celui qui est de loin le plus fréquent dans la pratique réelle des distributions d'eau, c'est celui de la couleur. Les analyses chimiques exigent du temps, une installation appropriée, un personnel spécial; le colorimètre peut être employé par un contremaître ou un chef-ouvrier; ses indications sont rapides et dans certains cas, en avance des résultats chimiques. D'après une communication verbale du Dr Tidy, analiste des eaux de Londres, une légère augmentation de la couleur indiquerait très généralement un changement dans la teneur des matières organiques; j'ai trouvé également qu'une teinte moins verte et un peu plus jaune va presque toujours de pair avec l'apparition de traces d'ammoniaque libre. Il y aurait donc tout avantage à établir d'une façon scientifique, par la mise en commun de l'expérience de tous, ce que peuvent signifier les diverses teintes de l'eau.

Solution de caramel. — On dissout 1 gramme de sucre pur dans 40 à 50 cc. d'eau distillée, on ajoute 1 cc. d'acide sulfurique au 1/4 (1 vol. d'acide à 3 vol. d'eau) et on fait bouillir pendant 10 minutes. Puis on rend le milieu alcalin par l'addition de soude caustique (1 cc. d'une solution de 1 partie NaOH dans 2 parties d'eau) et l'on fait bouillir encore 10 à 12 minutes. On obtient un liquide brun foncé que l'on dilue au litre (1).

Pour la détermination, on prend une épaisseur d'eau de 40 centimètres environ et une épaisseur égale d'eau distillée, à laquelle on ajoute du caramel jusqu'à égalisation des teintes (2). Il faut évidemment travailler, non seulement avec des *épaisseurs* égales, mais aussi avec des *volumes* égaux, ce qui revient à dire qu'il faut employer des éprouvettes de même calibre. Des différences de couleur provenant de 1 ou 2 cc. de la solution de caramel sont encore très appréciables.

La même méthode est donnée par Ohlmüller, *Untersuchung des Wassers*, 1894.

Ammoniaque nesslérisée. — M. Albert R. Leeds, professeur au Stevens Institute of Technology à Hoboken (New-York), a proposé de prendre comme terme de comparaison la couleur de mgr. 0,01 d'ammoniaque nesslérisée dans 50 cc. d'eau distillée, sous une épaisseur d'environ 20 centimètres. M. Leeds avait construit un appareil pour mesurer la couleur de l'ammoniaque nesslérisée dans les analyses d'eau (3); la partie essentielle était un prisme creux rempli d'une solution de caramel additionnée d'un peu de rouge d'aniline; en faisant glisser le prisme de façon à avoir des épaisseurs différentes du liquide type, on peut reproduire la teinte voulue.

Ce procédé fut appliqué par M. Leeds à la détermination de la couleur des eaux. Une eau ayant une intensité de coloration égale à 1,00 est celle qui correspond à la teinte de mgr. 0,01 d'ammoniaque. Cette manière de calculer fut rapidement adoptée en Amérique; le bureau sanitaire de l'état de Massachusetts s'y rallia, mais au lieu d'employer le prisme avec la solution de caramel, on fit la comparaison directe-

(1) Tiemann et Gaertner, *Untersuchung und Beurtheilung der Wässer*, 4e édition, 1895, p. 377.

(2) *Ibidem*, p. 332. — Dans l'exemple donné, il y a une erreur de calcul : $\frac{0{,}014 \times 100\,000}{250} = 5{,}6$ et non 5,9.

(3) *Journal of the american chemical Society*, vol. II, p. 1, 1878. — Reproduit dans *Zeitschrift für analytische Chemie* de Fresenius, vol. XVII, p. 276 et *Chemical News*, 7 juin 1878. — Dans le journal allemand, que j'ai consulté, il n'est question que de la détermination de l'ammoniaque et nullement de l'application à la couleur de l'eau.

ment avec des solutions titrées d'ammoniaque (1). Mme Ellen H. Richards, du même Bureau, prend comme types des dilutions d'une eau brune naturelle, titrées une fois pour toutes comparativement avec de l'ammoniaque.

A première vue, il semble que l'on ait, par l'emploi de l'ammoniaque, un point de départ fixe et invariable, qui rendra comparables les analyses, non seulement d'un même chimiste, mais encore les résultats obtenus par des chimistes différents. Mais il faut beaucoup en rabattre. Le réactif de Nessler, par son extrême sensibilité même, donne lieu à des inconvénients ; pour les quantités excessivement faibles d'ammoniaque avec lesquelles on travaille, la moindre différence se traduit par des variations d'effet très marquées ; les diverses méthodes de préparation du réactif influent énormément, de même que la température ; ensuite, les teintes de l'ammoniaque nesslérisée ne sont pas proportionnelles aux quantités ; enfin, pour les termes élevés, c'est-à-dire pour les eaux très colorées, la *teinte* diffère, indépendamment de l'intensité, et les comparaisons deviennent difficiles ; aussi recommande-t-on de diluer.

Malgré tous ces inconvénients, que du reste Leeds a lui-même signalés, son procédé a eu le mérite de permettre de formuler des données numériques ; comme il ne fallait pas de réactifs spéciaux et que les liqueurs employées sont dans tout laboratoire d'hydrologie, il est bien certain que cette facilité a amené un nombre de déterminations de couleur beaucoup plus grand que s'il avait fallu préparer des solutions spéciales ; l'emploi du prisme, en supprimant la manipulation d'une assez grande masse de verrerie et l'ennui d'avoir à préparer des tubes-types, rendait la détermination toujours immédiatement praticable.

Méthode des analystes des eaux de Londres. — En 1881, les trois chimistes chargés d'analyser quotidiennement les eaux des compagnies alimentant Londres, Crookes, Odling et Tidy ont décrit une nouvelle méthode. Le tube ordinaire de 2 pieds est placé devant une ouverture circulaire dans une planchette ; celle-ci porte une deuxième ouverture au-dessus de la première et derrière il y a deux prismes triangulaires creux ; l'un est rempli d'une solution bleue (5 grammes de sulfate de cuivre cristallisé par litre), l'autre d'une solution brune (mélange de chlorure ferrique et de chlorure de cobalt renfermant gr. 0,7 de fer et 0,3 de cobalt par litre). En faisant mouvoir les prismes de façon à avoir des épaisseurs variées, on pourrait reproduire très exactement toutes les teintes que présentent les eaux naturelles. Les résultats sont

(1) T. M. Drown, in *Report on Water Supply et Sewerage*, Boston, 1890, p. 531.

notés en millimètres d'épaisseur des deux couches traversées, épaisseur qui est marquée sur les prismes comme une graduation. On maintient d'ordinaire le bleu à 20 et l'on fait varier le brun. Les prismes sont gradués jusqu'à 40, mais il semble que cela soit insuffisant, car il arrive assez fréquemment que la teinte de l'eau est plus foncée; ainsi dans le bulletin du mois de février 1893, il y a 12 fois la mention *above scale*.

La méthode me paraît avoir l'avantage de fournir un renseignement non seulement sur l'intensité de la teinte, mais encore sur sa nature. Il serait plus logique, peut-être, de mettre le prisme bleu dans une situation telle qu'il donne exactement la teinte de l'eau distillée très pure, le brun donnerait alors la valeur concrète directe de la contamination. On peut se demander toutefois, si le sulfate de cuivre est bien choisi; une solution très diluée vue sous une faible épaisseur est plutôt verte que bleue et nullement comparable à la teinte azurée de l'eau distillée; le chlorure de cuivre employé par Spring vaut mieux; on obtient également de bons résultats avec le sulfate de cuivre ammoniacal. Quant à la liqueur brune, elle ne paraît pas heureusement choisie; le fer semble contre-indiqué pour tout usage colorimétrique, car on sait que ses sels changent très facilement de couleur; aussi les auteurs eux-mêmes ont-ils été amenés à l'abandonner, pour le remplacer par le bichromate de potasse.

Lovibond's tintometer. — C'est un appareil qui est beaucoup employé en Angleterre dans diverses industries; il reproduit les couleurs par la superposition de lames de verre de couleurs diverses et d'intensité inégale. On comprend immédiatement que ce procédé est purement empirique; comme garantie de comparabilité, on n'a que l'affirmation du fabricant; quelque soin qu'il puisse apporter au classement des verres, il semble difficile qu'il puisse toujours trouver exactement la même chose. En outre, il faut beaucoup de tâtonnements pour arriver à trouver une teinte donnée. L'appareil est assez répandu dans les distributions d'eau, mais fort peu dans les laboratoires.

Chlorure de platine de cobalt. — La question de la détermination de la couleur de l'eau a été étudiée à fond par un des chimistes de l'État de Massachusetts, M. Allen Hazen, bien connu de beaucoup d'ingénieurs en Europe pour l'enquête minutieuse qu'il a faite il y a quelques années sur le filtrage des eaux.

Il s'est d'abord rendu compte des variations de couleur de l'ammoniaque nesslérisée, en modifiant une à une les conditions de l'expérience : influence de la quantité d'ammoniaque, de la quantité de réactif, de la pureté de l'eau distillée, de la quantité d'alcali et d'iodure

mercurique dans le réactif, de la température, du mode de mélange. Le résultat final de toutes ces études, la conclusion qui s'impose, c'est que, comme norme de couleur, l'ammoniaque ne peut pas être employée. M. Hazen propose une solution de gr. 1.246 de chlorure double de platine et de potassium, donnant gr. 0.500 de platine et 1 gramme de chlorure de cobalt exempt de fer, dans de l'eau avec 100 cc. d'acide chlorhydrique concentré, et étendant au litre. Chaque centimètre cube de cette solution représente 0,1 degré colorimétrique; on fait des tubes types, en diluant toujours à 50 cc., pour faire la comparaison des couleurs toujours dans les mêmes conditions. Protégés contre l'évaporation et les poussières par un bon bouchage, ces types se conservent inaltérés pendant des semaines et des mois.

Le type au chlorure de platine a été essayé avec une eau naturelle assez colorée et diluée ensuite, de façon à ce qu'on pouvait d'avance calculer l'intensité de teinte ; les lectures colorimétriques ont montré une concordance parfaite ; la solution agit donc proportionnellement à la quantité employée, ce qui n'est pas le cas avec l'ammoniaque nesslérisée (1).

La méthode de Hazen a rapidement déplacé celle de Leeds. Celui-ci a fait une tentative pour sauver au moins quelque chose (2). Il demande « respectueusement », comme question de priorité et parce que de nombreuses analyses ont été faites ainsi, que l'unité de couleur soit maintenue à $0^{mgr}.01$ d'ammoniaque nesslérisée. On retient bien le mètre, dit-il, quoiqu'on sache que ce n'est pas la 40 millionième partie du quart du méridien terrestre.

Pour éviter les variations de la nesslérisation, on pourrait déterminer quelle est la teneur en un sel métallique quelconque pour cette unité de couleur. Cette demande me paraît juste, mais elle est, me semble-t-il, remplie ; le test de Hazen donne en effet 1.05 comparé avec $0^{mgr}.01$ d'ammoniaque. M. Leeds demande également que l'on examine l'eau sous une colonne de 20 centimètres et il donne comme arguments, que c'est là l'épaisseur des tubes du polariscope, qu'elle est « familière dans les emplois du ménage », et qu'elle est plus pratique pour les eaux américaines en général non filtrées que le tube de 2 pieds, qui paraît noir avec ces eaux. Ce sont là des questions de détail assez secondaires.

M. Hazen recommande de prendre, pour les eaux très claires, des

(1) Allen Hazen, *A new color-standard for natural waters*, American chemical Journal, vol. XIV, 1892, pages 300-310.

(2) A. R. Leeds, *Standard prisms in water analysis*, American chemical Soc. Journal, Juin 1896, vol. XVIII, page 489.

tubes de 60 centimètres de long ; l'un est rempli d'eau distillée et l'on place derrière des flacons plats avec la solution de platine et de cobalt ; il faut naturellement, pour arriver au résultat numérique, tenir compte de l'épaisseur relative de la solution colorée et de celle de l'eau. Inversement pour des eaux très chargées, il y a parfois avantage à opérer avec une longueur moindre que 20 centimètres.

J'ai essayé le test de Allen Hazen et l'ai trouvé très pratique ; comme l'indique du reste l'auteur, les légères différences de teinte (à distinguer de l'intensité) peuvent s'atténuer en faisant varier la quantité de cobalt. Malheureusement, pour une grande épaisseur (1 mètre) d'une eau ordinaire, la liqueur type est inutilisable, la teinte étant tout à fait différente ; une eau, qui se montre légèrement jaune sous 20 centimètres, devient vert ou vert bleuâtre sous une couche assez épaisse.

Pour une détermination réellement scientifique de la couleur de l'eau, il faudrait analyser par le prisme la lumière transmise et noter en outre l'intensité de chacune des principales couleurs du spectre obtenu. Outre le chimiste et le bactériologiste, il faudrait un physicien spécialiste en spectroscopie. Je crois qu'il y aurait quelque exagération à demander cette augmentation du personnel technique ; les résultats que pourrait fournir cet examen seraient d'utilité trop mince pour justifier tant de travail et tant de frais.

Les moyens que nous avons à notre disposition, pour n'être qu'empiriques, n'en peuvent pas moins nous servir. On devrait les utiliser davantage et surtout unifier les méthodes par l'adoption du procédé de Allen Hazen.

LES AMMONITES DU JURASSIQUE BELGE

LISTE PRÉLIMINAIRE

PAR

V. Dormal

Docteur en sciences
Secrétaire général de la Société Géologique du Luxembourg.

Nous nous décidons à publier aujourd'hui une liste provisoire des Ammonites recueillies dans le Jurassique belge, en adressant un pressant appel aux différentes collections. Si notre appel est entendu, nous espérons arriver prochainement à édifier une Monographie des Ammonites belges, ce qui offrirait d'autant plus d'intérêt que les Ammonites sont les fossiles caractéristiques du terrain jurassique.

MM. Lechien, ingénieur en chef des chemins de fer de l'État et l'abbé Nickers, curé à Halanzy, ont eu l'obligeance de mettre leurs collectio ns à ma disposition, je les en remercie cordialement. Les nombreux ouvrages que j'ai eus à ma disposition m'ont été obligeamment prêtés par MM. Dewalque, Dupont, Mourlon et l'abbé Renard, qu'ils reçoivent également l'expression de mes remerciements. Nos Ammonites offrent la plus grande analogie avec celles de la Souabe et l'ouvrage magistral de Quenstedt, « *die Ammoniten des Schwäbischen Jura* » doit être particulièrement signalé à ceux qui s'occupent de la question en Belgique.

A la suite des listes que je donne, j'ai signalé d'autres espèces citées par M. Dewalque dans son Prodrome, mais pour le moment je ne veux ni les confirmer ni les infirmer.

Comme on pourra s'en assurer en consultant les listes que je publie, toutes les Ammonites signalées comme caractéristiques en France, en Allemagne et en Angleterre se rencontrent également en Belgique.

Arlon, juin 1896.

SYSTÈME JURASSIQUE

JURASSIQUE INFÉRIEUR

ÉTAGE HETTANGIEN

MARNE D'HELMSINGEN ET GRÈS DE ROSSIGNOL

Psiloceras Johnstoni, Sow. Min. Conch. pl. 449, fig. 1. Cette espèce signalée par MM. Dewalque et Chapuis était considérée comme rare. A Villers s/ Semois et à Eischen (Grand-Duché) on trouve une lumachelle presqu'entièrement formée par cette Ammonite.

Psiloceras planorbis, Sow. Min. Conch., pl. 448. = *A. psilonotus laevis* Quenst. Schwäb, pl. 1, fig. 1-4. Un fragment trouvé à Watrinsart, tout à fait la base de la formation jurassique, semble appartenir à cette espèce.

MARNE DE JAMOIGNE ET SABLE DE METZERT.

Schlotheimia angulata, Schlotheim. Petref. 1820. 70. Lasoye (puits artésien), Florenville, Muno, Hachy, Sainte-Cécile, Laiches.

A. angulatus costatus, Quenst, Schwäb. pl. 2, fig. 8. Lottert.

A. angulatus depressus gigas, Quenst. Schwäb. pl. 3, fig. 9. Fontenoille et Watrinsart.

Schlotheimia subangulare, Oppel = *A. angulatus psilonoti*, Quenst. Schwäb, pl. 2, fig. 10. Watrinsart.

Schlotheimia depressa, Wähn = *A. angulatus depressus*, Quenst. Petref., pl. 4, fig. 2. Fontenoille et Watrinsart.

Schlotheimia Charmassei, d'Orb. Paléont. franç. Terr. jurass. I, pl. 91-94 = *A. angulatus compressus*, Quenst. Schwäb, pl. 2, fig. 2. Villers s/ Semois et Watrinsart.

ÉTAGE SINÉMURIEN

CALCAIRE SABLEUX DE FLORENVILLE

Arietites Bucklandi, Sow. = *A. bisulcatus*, Brug. Villers et Orval.

Arietites Bucklandi costosus, Quenst. Schwäb, pl. 10. Fontenoille.

Arietites multicostatus, Sow. Min. Conchyl., pl. 454. Fontenoille.

Arietites rotiformis, Sow. Min. Conch. pl. 453. — Quenst.

Schwäb, p. 5. Lingenthal, Guirsch, Frassem; très commune dans tous les environs d'Arlon. Je crois que c'est l'espèce signalée par M. Dewalque sous le nom de *A. Nodosaries*. Dans la Souabe l'*A. Nodosaries* se trouve d'après Quenstedt dans la partie tout à fait supérieure du Lias α ou horizon de l'*A. geometricus*.

Arietites Broki, Sow. Min. Conch. pl. 190. Quenst, Schwäb. pl. 15, fig. 2-3. Carrière de Montourdon.

Espèces signalées par M. Dewalque dans son Prodrome :

Ammonites Condeanus, Chap. et Dew.
» *Conybeari*, Sow.
» *stellaris*, Sow.

MARNE DE STRASSEN ET CALCAIRE SABLEUX D'ORVAL

Arietites Conybeari, Sow. Min. Conch., pl. 131. Frassem.

Arietites spinaries, Quenst. Schwäb, pl. 11, fig. 8-10 = *V. Sauzeanus* d'Orb. Terr. jurass. I, pl. 95, fig. 4-5. Frassem.

Arietites spiratissimus, Quenst. Schwäb, pl. 12, fig. 9. Frassem.

Arietites falcaries, Quenst. Jura, pl. 7. fig. 1 Schwäb, pl. 13, fig. 7-22. Frassem et Villers-dt-Orval.

Arietites (Arnioceras) geometricus, Oppel Juraformation 79 et Reynes Ammonites XIV et XV = *A. ceratitoïdes*, Quenst. Schwäb, pl. 13, fig. 8-11 et pl. 23. Villers dt-Orval, Saint-Léger, Frassem, Bonnert, etc. C'est l'espèce signalée à Bonnert sous le nom d'*A. Conybeari* par Terquem et Piette, et sous le nom d'*A. multicostatus* par MM. Chapuis et Dewalque.

Arietites compressarius, Quenst. Schwäb, pl. 17, fig. 4-5. Frassem.

Agassiziceras Scipionianus, d'Orb. Terr. jurass. I. pl. 51. Quenst. Schwäb, p. 14, ffg. 1-3.

Schlotheimia Charmassei, d'Orb. Terr. jurass. I, pl. 91-94. Frassem.

Arietites Bucklandi, Sow. Frassem et Villers-dt-Orval.

Espèces signalées par M. Dewalque dans son Prodrome :

Ammonites kridion, Hehl. *Ammonites raricostatus*, Ziet. *Ammonites sinemuriensis*, d'Orb.	Marne de Strassen
Ammonites carusensis, d'Orb. *Ammonites multicostatus*, Sow. *Ammonites obtusus*, Sow.	Calcaire sableux d'Orval.

ÉTAGE SINEMURIEN *in part. et* CHARMOUTHIEN

GRÈS DE VIRTON ET MARNE SABLEUSE DE HONDELANGE

Arietites Turneri, Sow. Min. Conch.. pl. 452. Quenst. Schwäb, pl. 19, fig. 5-11. Ethe, Villers-d^t-Orval, etc.

Arietites obtusus, Sow. Min. Conch., pl. 167. Quenst. Schwäb, pl. 19, fig. 2-3, pl. 20, fig. 1. Villers-d^t-Orval, Gérouville, Virton, etc.

Aegoceras Birchi, Sow. Min. Conch., pl. 267. Quenst. Schwäb, pl. 18, fig. 1-9 et 12-13. Villers-d^t-Orval et Stockem, avec l'Ichthyosaure sous le nom de *A. brevispina*. La fig. 4 de la pl. 18 de Quenst. représente des fragments analogues aux débris trouvés avec l'Ichthyosaure.

Oxynoticeras oxynotum, Zieten. Verst. Wurt., pl. 9, fig. 6. Quenst. Schwäb, pl. 22, fig. 28-49. Arlon, Villers-d^t-Orval.

Aegoceras capricornus, Schlotheim Petrefact., p. 71, n° 18. Quenst. Schwäb, pl. 34, fig. 1. Hondelange, Barnich, etc.

Arietites Landrioti, d'Orb. Reynes Am. pl. XXIX, fig. 1-5. Virton.

Arietites Bonardi, d'Orb. Terr. jur. I, Am. pl. 46. Reynes, pl. XXII, fig. 6-10. Hondelange, Barnich.

Arietites nodotianus, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 47. Reynes, Am. pl. LI.

Phylloceras Loscombi, Sow. Min. Conch., pl. 183 = *A. heterophyllus nusmismalis*. Quenst. Schwäb, pl. 37, fig. 8-11. Barnich, Hondelange.

Deroceras armatum, Sow. Min. Conch., pl. 95. Quenst. Schwäb, pl. 24, fig. 28-29. Reynes Am. pl. L, fig. 7-14. Hondelange.

A. armatus nodogigas, Oppel Jahresh. X, pl. 1, fig. 4. Quenst. Schwäb, pl. 25, fig. 1-6. Barnich (coll. de M. Lechien).

A. armatus biruga, Quenst. Schwäb, pl. 26, fig. 5. Barnich (coll. de M. Lechien).

A. armatus bimacula, Quenst. Schwäb, pl. 26, fig. 4 = *A. latispina*, Reynès Am. pl. XLIV, fig. 32-36. Barnich (coll. de M. Lechien).

A. armatus densinodus, Quenst. Schwäb, pl. 22, fig. 50-53 = *Aegoceras densinodum*, Wright. lias. Amm., pl. 39, fig. 6-7. Arlon (coll. de M. Lechien).

Lytoceras lineatum, Schloth. Petref. 75. Barnich.

A. Lineatus interruptus, Quenst. Schwäb, pl. 39, fig. 7 = *A. Germanii*, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 101.

Ophioceras raricostatum, Zieten, Verst. Würt, pl, 13, fig. 4. Quenst. Schwäb, pl. 23, fig. 20-31 et pl. 24, fig. 1-12. Barnich.

Platypleuroceras natrix, Schloth. Quenst. Schwäb, pl. 33, fig. 7-9. Barnich.

Platypleuroceras brevispina, Sow. Min. Conch., pl. 556, fig. 2. d'Orb. Terr. jur. I, pl. 79. Barnich.

Liparoceras striatum, Reinecke Quenst. Schwäb, pl. 28 et 29 = *A. Bechei* d'Orb. Terr. jur. I, pl. 83. Barnich. Cette espèce, rencontrée dans la grande tranchée de Barnich, provient des argiles supérieures qui sont probablement de l'âge des schistes d'Ethe.

Espèces signalées par M. Dewalque dans son Prodrome :

Ammonites Guibalianus d'Orb.
» *multicostatus* Sow.
» *Valdani* d'Orb.

SCHISTE D'ETHE

Deroceras Davoei, Sow. Min. Conch., pl. 350. Saint-Léger.

Liparoceras Henleyi, Sow. Min. Conch., pl. 172. Hondelange.

Aegoceras capricornu, Schlotheim. Petrefact., p. 71, n° 18. Saint-Léger.

Aegoceras Jamesoni, Sow. Min. Conch., pl. 555, fig. 1. Saint-Léger.

Espèces signalées par M. Dewalque dans son Prodrome :

Ammonites fimbriatus, Sow.
» *hybridus*, d'Orb.
» *margaritatus*, Montf.
» *Zieteni*, Oppel.

SCHISTE, PSAMMITE ET MACIGNO DE MESSANCY

Amaltheus margaritatus, Montf. Conch. syst., p. 90. Bebange, Longeau, etc.

MACIGNO FERRUGINEUX D'AUBANGE

Amaltheus margaritatus, var. *Engelhardi*. Aix-sur-Choix.

Amaltheus spinatus, Brug. Encl. Méth., t. I, p. 40, n° 14. Aix-sur-Choix, Longeau, Halanzy, etc.

Espèces signalées par M. Dewalque dans son Prodrome :

Ammonites armatus, Sow.
» *brevispina*, Sow.
» *capricornus*, Schloth.

Ammonites Henleyi, Sow.
» *hybridus*, d'Orb.
» *Loscombi*, d'Orb.

ÉTAGE TOARCIEN

SCHISTE ET MARNE DE GRAND-COURT

Harpoceras faliceferum *(serpentinus)*, Schloth. Die Petrefact. p. 64, nº 6. Athus, Halanzy.

Harpoceras complanatum, Brug. Enc. Meth., p. 38, nº 11. Athus, Halanzy.

Coeloceras Holandrei, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 105. Athus, Lamorteau, Mont-Quentin.

Harpoceras Levisoni, Simpson Reynes Am. VII, pl. 1-7. Lamorteau, Halanzy.

Coeloceras commune, Sow. Min. Conch., pl. 107, fig. 2-4. Lamorteau.

Coeloceras Braunianum, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 104, fig. 1-3. Lamorteau.

Coeloceras Requinianum, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 106. Lamorteau.

Coeloceras mucronatum, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 104, fig. 4-8. Athus.

Hildoceras bifrons, Brug. Encl. Méth., pl. 75. Athus, Lamorteau, Grand-Court, Ruette.

Harpoceras concavum, Sow. Min. Conch., pl. 94, fig. 2. = *H. lithense*, Philip., Athus.

Lytoceras cornucopiæ, Young et Birds. A. geol. Survey, pl. 12, fig. 6. Lamorteau.

Harpoceras fallaciosum *(radians)*, Reinecke. Naut. et Argon. pl. IV, fig. 39-40. Lamorteau.

Harpoceras striatulum, Sow. Min. Conch., pl. 421, fig. 1 = *Thouarcensis*, d'Orb. = *Comensis*, De Buch, Halanzy, Saint-Mard, Lamorteau, Baranzy.

Hammatoceras insigne, Schubler, Zieten. Wurtemb., pl. 15. fig. 2. Halanzy.

Hammatoceras variabile, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 113. Halanzy, Lamorteau.

Hammatoceras insigne variabile, Quenst. Schwäb, pl. 59, fig. 1. Lamorteau.

Espèces signalées par M. Dewalque dans son Prodrome :

Ammonites Aalensis.
» *heterophyllus.*

LIMONITE OOLITHIQUE DE MONT-SAINT-MARTIN

Zone à *Trigonia navis.*

Hammatoceras Sieboldi, Oppel. Halanzy (coll. de M. Nickers).

Hammatoceras subinsigne, Oppel Jura, pl. 367. Halanzy (coll. de M. Nickers).

Harpoceras Aalense, Zieten sp. Halanzy, Mont-Saint-Martin.

Harpoceras mactra, Dumortier, Bas. du Rhône, pl. 50, fig. 4-5 = *Harp. Morei*, Lycett. Mont-Saint-Martin.

Harpoceras opalinum, Rein, Mont-Saint-Martin.

Harpoceras subcomptum, Branco V, fig. 3-4. Mont-Saint-Martin. (Cette espèce est indiquée par erreur dans le minerai « bajocien » dans la légende officielle de la carte de Belgique.)

Harpoceras undulatum, Stahl sp. Zieten pl. 10, fig. 5. = *solaris* (Phill.) Zieten sp. = *Levesquei*, d'Orb. Mont-Saint-Martin.

Harpoceras subundulatum, Branco IV et V. Mont-Saint-Martin.

Lytoceras dilucidum, (Opp.) Dumortier Bassin du Rhône IV, pl. 58, fig. 4-5.

JURASSIQUE MOYEN

ÉTAGE BAJOCIEN

LIMONITE OOLITHIQUE DE MONT-SAINT-MARTIN

Zone à *Ammonites Murchisonae.*

Ludwigia Murchisonae, Sow. Mont-Saint-Martin, Halanzy, Musson.

Harpoceras opalinum, Rein. Mont-Saint-Martin.

Harpoceras fluitans, Dum. bassin du Rhône IV, pl. 51, fig. 7 et 8. Mont-Saint-Martin.

CALCAIRE DE LONGWY

Ludwigia Murchisonae, Sow. Halanzy. (Coll. de M. Niekers).

Sonninia Sowerbyi, Mill. Halanzy.

Sonninia Tessonianus, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 130, fig. 1-2. Quenst. Jura, pl. 53, fig. 9. Quenst. Schwäb, pl. 63, fig. 7 et 8, Halanzy (coll. de M. Nickers).

Sphaeroceras Gervillii, Sow. Min. Conch., pl. 184, fig. 3. Quenst. Schwäb, pl. 64, fig. 9 = *A. Brongniartii*, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 137. Environs de Virton (coll. de M. Nickers).

Oxynoticeras discum, Zieten Verst. Württ. tab. 11, fig. 2. Quenst. Schwäb, pl. 57, fig. 1-14. Halanzy (coll. de M. Nickers).

Oxynoticeras discoideum, Quenst. Schwäb, pl. 58, fih. 1-6. Halanzy (coll. de M. Nickers).

Stephanoceras Humphreisianum, Sow. Min. Conch., pl. 500, fig. 1. Halanzy.

Stephanoceras Humphriesianum coronatum, Quenst. Schwäb, pl. 66, fig. 10-11. Halanzy.

Stephanoceras Blagdeni, Sow. Min. Conch., pl. 201. Halanzy.

Stephanoceras linguiferum, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 136 = *Humphriesianum plicatissimum*, Quenst. Schwäb, pl. 65, fig. 16. Halanzy (coll. de M. Nickers).

Stephanoceras Braikenridgii, Sow. Min. Conch., pl. 183, d'Orb. Terr. jur. I, pl. 135, fig. 3-5. Halanzy.

CONTRIBUTIONS

A LA

GÉOLOGIE DES PAYS-BAS

VIII. LES INCRUSTATIONS CALCAIRES

DE LA MARE DE ROCKANJE (PRÈS BRIELLE) ET DE QUELQUES AUTRES MARES

PAR LE

Dr J. Lorié.

PLANCHE VII

Entre la ville de Rotterdam, principal centre commercial des Pays-Bas, et la Mer du Nord, se trouve la ville de Brielle, sur l'île de Voorne, réunie depuis quatre siècles à celle de Putten, et qui possède, près du village pittoresque de Rockanje, une des rares curiosités géologiques des Pays-Bas. C'est une mare, appelée « Waal », dont l'eau a la réputation de pétrifier les objets qu'on y plonge.

Au centre de la mare s'élève une petite *roche* pyramidale, de construction absolument artificielle. L'aubergiste, qui demeure à côté, la reconstruit chaque printemps et la démolit chaque automne, en immergeant les blocs dont la *roche* se compose. Il agit ainsi pour les protéger contre l'approche de la « spes-patriae », qui s'en emparerait facilement, quand la mare est gelée.

Une autre chose remarquable dans la mare est la présence de nombreux « tubes de roseaux », incrustations calcaires qui se sont formées autour de la partie inférieure des tiges de roseau. Ils ont une longueur

qui peut s'élever jusqu'à $0^m,12$ et une épaisseur qui va jusqu'à $0^m,03$; celle de la couche calcaire poreuse varie généralement entre $0^m,001$ et $0^m,010$.

Avant de mentionner nos propres observations, nous allons citer ce que nous avons pu trouver dans la littérature sur ces deux points intéressants.

CHAPITRE I

CONSIDÉRATIONS HISTORIQUES ET BIBLIOGRAPHIQUES.

I. — Le premier auteur qui, à notre connaissance, ait fait mention de la roche et des pétrifications, est **Van Alkemade** qui, de concert avec **Van der Schelling**, a publié, en 1729, à Rotterdam, la « *Beschrijving van de Stad Brielle en den Lande van Voorne.* »

Dans le premier volume, page 176, il mentionne la roche qui s'est présentée (zig heeft opgedaan), il y a 60 ou 70 ans.

Nous pouvons donc accepter le milieu du XVIIe siècle (1650 en chiffres ronds), pour la découverte du banc de blocs calcifiés, qui aura été suivie bientôt de l'entassement formant la roche artificielle. Van Alkemade considère avec raison, la mare ou « *Waal* » comme un ancien bras de la Meuse. Il dit que les blocs sont formés d'une substance qui, d'abord gélatineuse, durcit ensuite; il distingue très bien les tubes aux couches concentriques, ressemblant aux anneaux annuels des arbres, des blocs arrondis, à surface en chou-fleur (met kartelen). La roche s'élève non seulement jusqu'à la surface de l'eau, mais jusqu'à une demi-hauteur d'homme au-dessus. Le fond du « Waal » est couvert de la même substance gélatineuse ou durcie et l'eau elle-même paraît avoir un pouvoir pétrifiant.

II. — Un autre ouvrage, bien connu et souvent consulté, est le « *Tegenwoordige Staat der Vereenigde Nederlanden* ». Dans le septième volume, publié en 1749 à Amsterdam, la moitié de la page 87 est consacrée à la Mare de Rockanje; nous y lisons :

« Une chose remarquable est une eau, appelée *Waal*, qu'on dit être
» un ancien bras de la Meuse, mais qui n'est actuellement qu'un canal
» vers Brielle. Dans cette *Waal* s'est développée, depuis quatre-vingts
» ou quatre-vingt-dix ans, une grande roche d'une pierre spongieuse,
» qui s'accroît continuellement, mais qui se désagrège au-dessus de
» l'eau. Les roseaux croissant sous l'eau sont couverts de pierre et
» pétrifiés peu à peu entièrement. Quand on met un bâton dans l'eau,
» il se couvre en peu de temps d'un gravier pierreux, ce qui prouve que

» l'eau a un pouvoir pétrifiant, chose très rare et peut-être unique dans » notre pays. »

III. — C'est le célèbre **Job Baster**, qui fait le premier mention des colonies de bryozoaires dans quelques eaux saumâtres, sans toutefois connaître celle de la Mare de Rockanje. Dans le premier volume de son ouvrage classique « *Natuurkundige Uitspanningen*, etc. », paru à Harlem en 1762, il parle, page 96, d'une « *Eschara lapidescens*, con- » glomerata, foliolis tenuibus, crispis, coadunatis, simplicibus », qu'il considère comme nouvelle pour la science. On la trouve dans l'île de Schouwen, dans des fossés d'eau saumâtre ou salée, formant quelquefois de grosses mottes. Elle y croît, attachée aux roseaux, aux murs et aux revêtements des écluses et des bords des prairies, à tel point que le côté libre est toujours arrondi.

IV. — Quelques années après, en 1766, parut un autre travail classique, « l'*Elenchus zoöphytorum* » de **Pallas**, qui fut traduit par le Dr **P. Boddaert** et publié à Utrecht en 1768 sous le titre de « *Lijst der Plantdieren*, etc. » C'est dans ce livre que se trouve pour la première fois le nom d'*Eschara crustulenta*. « Les colonies sont calcifiées, » d'une couleur gris-cendré-blanchâtre et fragiles. » Il les a trouvées entre autres endroits « dans une mare salée (1), près du village de » Rockanje, dans l'île de Voorne, qui était autrefois entourée de la » mer. Au milieu se trouve un banc de sable, qui est rempli de ces » *Eschares*, couvertes d'une croûte *corallinae naturae*. Ces Eschares » ne croissent presque plus dans cette mare salée, mais on en trouve, » partout dans les tertres, d'anciennes, *privées des polypes* ».

V. — Le cinquième auteur qu'il nous faut citer et qui s'est occupé bien plus en détail de notre mare est le célèbre docteur **J. Le Francq van Berkhey**, auteur de la « *Natuurlijke Historie van Holland* », dont le second volume parut en 1771. Il lui consacre non moins de 40 pages (981-1021), dont nous voulons citer les points les plus intéressants.

Tout d'abord, il nie l'existence de colonies éteintes de bryozoaires et combat vivement Pallas. Il décrit les gros blocs de calcaire gris-blanchâtre, mais attribue les cellules des bryozoaires, qu'il a réellement observées, à l'action des *Steenmosseltjes* (petites moules pétricoles ou saxicaves), qui auraient rongé les tubes à la manière des

(1) Cela doit être inexact ; la particularité mentionnée par Pallas, que les Eschares seraient toutes mortes, nous fait croire que déjà alors l'eau de la mare était entièrement adoucie.

tarets dans les pilotis. Les *Steenmosseltjes* existent en effet ; elles pullulent dans l'eau et dans la boue, mais ce sont des Cypridines qui n'ont rien à faire avec les polypiers, non plus que les *Gammarus pulex*, qu'on a accusés également de ronger des cavités.

En second lieu, il exprime l'avis que le calcaire, en dissolution dans l'eau, trouve son origine dans le lit coquillier sableux qui forme le fond de la mare.

Troisièmement, il recherche les relations existant entre les incrustations et la végétation. « En été l'eau de la mare est très verte, mais » cette couleur disparaît en suite de violentes pluies ou d'un afflux » d'eau fraîche. Les roseaux se couvrent d'une boue verte, visqueuse, » depuis la largeur d'une main au-dessus du fond, jusqu'au double » au-dessous de la surface de l'eau. » Il présume que cette « boue verte » de l'eau s'entoure du tuffeau, qui en conserve parfaitement la forme » rugueuse. L'année suivante, il s'y forme une nouvelle couche ; la » tige de roseau se rompt par suite de sa pesanteur et tombe ; alors » il ne s'y dépose plus de calcaire que sur la face supérieure. »

En quatrième lieu, il soutient l'opinion parfaitement erronée, que la mare n'est pas une partie d'un ancien bras de la Meuse, comme le veut Pallas (qui a eu parfaitement raison), quoique la mer y arrive de temps à autre lors des inondations.

VI. — En 1823 parut à Leyde la thèse de **C. A. Bergsma**, intitulée : « *Responsio ad Quæstionem : Quæritur, an Incrustationes indigenæ sunt chemicæ, an versalius originis* » ? qui fut publiée dans les « Annales Academiæ, Lugduno-Batavæ » 1822-1823, avec trois planches colorées.

Notre ami M. R. Horst de Leyde a eu l'obligeance de parcourir pour nous cette thèse, ainsi que la suivante et de nous en communiquer le contenu ; nous lui témoignons ici toute notre gratitude pour son secours fort utile.

Du reste Bergsma a donné lui-même un aperçu de sa thèse en langue néerlandaise, sous le titre de *Iets over de Omkorstingen van Rockanje*, dans le journal « Algemeene-Konst- en Letterbode » de l'année 1824, premier volume, page 162.

Il y constate tout d'abord que la *roche* est artificielle et se compose de blocs entassés, qui sont des incrustations. Ensuite il combat Le Francq van Berkhey, qui a considéré celles-ci comme un dépôt mécanique d'argile, ce qu'il croit fort improbable ; on ne pourrait concevoir, en effet, pourquoi des particules molles d'argile, qui restent dans les mêmes conditions, se changeraient en une substance dure. Du reste, si

telle était l'origine des incrustations, elles ne seraient certes pas aussi rares.

Il mentionne Pallas et lui attribue à tort de nommer l'*Eschara crustulenta* comme la cause des incrustations. On ne pourrait s'attendre à rencontrer un pareil produit marin dans une mare d'eau douce, où le Brochet et la Perche se portent très bien (Berkhey cite déjà en 1771, en outre le Gardon, la Carpe, le Chabot, la Tanche et l'Anguille, de sorte que la douceur de l'eau est bien hors de question).

Il rejette aussi l'explication assez fantastique des *Steenmosseltjes* de Berkhey.

« Les incrustations elles-mêmes sont de trois espèces, qui diffèrent » principalement dans la forme extérieure. Deux sont de forme » allongée ; la première est une mince croûte autour d'une tige de » roseau ou d'une autre plante aquatique ; la seconde a adopté une » forme plus définie autour d'un noyau ligneux. La dernière sorte » paraît être une masse de pierre arrondie ; la forme et les dimensions » en sont assez variables. En les brisant, on voit leur structure en » couches concentriques et en les dissolvant dans un acide quelcon- » que, le calcaire disparaît et il reste une substance gélatineuse. Cette » substance est *peut-être* issue d'une espèce d'éponge fluviatile *(Alcy-* » *onium fluviatile* Bruguière ou *Alcyonella stagnorum* Lamarck (1), » qu'il a trouvée partout sur ces incrustations et qui paraît y avoir » beaucoup contribué. »

Une analyse chimique des incrustations a donné pour résultat : 22.70 % de matière organique ; 75.60 % de calcaire ; 0.20 % de carbonate de fer ; 1.07 % de silice ; reste 0.43 % de perte.

L'eau de la mare contient de l'acide carbonique et deux litres laissent par l'évaporation 9 à 10 gr. de matière solide, soit : carbonate de calcium avec une petite quantité de carbonate de fer, 0.54 gr. ; chlorure de calcium (zeezoutzure kalk) 2.85 gr. ; chlorure de natrium, avec une petite quantité de chlorure de magnésium (zeezoutzure soda en zeezoutzure magnesia) 6.21, ensemble 9.60 gr. (2).

Les incrustations se composent principalement de carbonate de calcium, qui est tenu en dissolution dans l'eau par l'acide carbonique libre ; il faut donc que ce gaz se perde « par la chaleur ou par les influences atmosphériques » (3). Il lui paraît que « la cause de ce que

(1) L'*Alcyonella stagnorum* ou *fungosa* n'est pas une éponge, mais un bryozoaire.

(2) Le pourcentage serait donc de 0,01562 de CaO pour le carbonate et de 0,719 de CaO pour le chlorure de calcium ; le premier chiffre s'accorde bien avec la moyenne de ceux du Dr Sinia, soit 0,01553.

(3) C'est assez vague !

» le calcaire forme des masses aussi volumineuses, dépend de cette » *Alcyonella stagnorum*, qui se pétrifie de calcaire. Chaque année, » elle se développe de nouveau sur les incrustations déjà formées et les » fait ainsi augmenter considérablement.

» Les algues aussi paraissent contribuer à former les incrustations, » car elles peuvent se couvrir d'une croûte calcaire. »

La conclusion finale de l'auteur est que « la cause de l'incrustation » n'est ni mécanique, ni zoologique (quoique l'*Alcyonella* y contribue » en effet), mais chimique. On trouve à Rockanje deux circonstances » réunies, qui doivent se combiner pour produire des incrustations » aussi considérables, savoir : le calcaire dissous et les Alcyonelles » vivantes ».

En somme, nous voudrions y ajouter que Bergsma, n'ayant pas su constater les *Flustra crustulenta*, qui sont pourtant faciles à découvrir, a prouvé qu'il était un observateur assez médiocre, de sorte que son hypothèse des Alcyonelles aurait eu besoin de plus forts arguments, pour passer sans contestation dans la littérature, par exemple dans l'ouvrage classique de Bronn (XII).

A la page 4 de sa thèse se trouve une note rédigée comme suit : « Clar. I. F. Martinet, in libro cui titulus : » *Verhandelingen en* » *Waar nemingen over de Natuurlijke Historie, meerendeels van* » *ons Vaderland* », pag. 221, loquitur de incrustationibus in Frisia ; » sed eas invenire non potui. »

Nous avons cherché dans l'ouvrage précité, publié à Amsterdam, en 1795, et nous avons trouvé à la page 201 (non 221) la question suivante :

« Où a-t-on décrit, que dans l'eau de Mede en Frise, on rencontre » les mêmes phénomènes que près de la roche de Rockanje? » C'est tout!

VII. — **J. Ab Utrecht Dresselhuis.** « *De Provincie Zeeland in hare aloude Gesteldheid en geregelde Vorming beschouwd* », faisant partie des « Nieuwe Werken van het Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen » I. 1839. Dans la note 27 à la page 78 l'auteur parle du « Groote Gat » près d'Oostburg dans la Flandre zélandaise, qu'il considère comme le reste de l'ancien bras de mer « Elmare », et dans lequel on trouve une rareté naturelle analogue à la roche de Rockanje.

« Il existe au milieu de cette crique un banc de sable qui se trouve » presque à sec dans les temps de très grande sécheresse et sur lequel » on découvre alors une multitude de mottes spongieuses pétrifiées de » différentes tailles, ressemblant au premier abord à de la pierre » ponce. En examinant de plus près, on voit pourtant que les tiges

» des roseaux en sont entourées en croissant, de sorte qu'il faut sim-
» plement les tenir pour des incrustations, formées des plus fines par-
» ticules de la vase. En creusant en des endroits où se trouvent les
» lits des courants d'autrefois, on rencontre de temps à autre de
» pareilles pétrifications. »

Nous voyons donc ici de nouveau la confusion habituelle des blocs de bryozoaires et des tubes calcifiés de roseaux.

VIII. — M. **R. T. Maitland**, dans son livre « *Fauna Belgii septentrionalis*, Pars I : *Animalia radiata et annulata* Cuvieri, » Leyde 1851, mentionne la *Flustra crustulenta* et emprunte à Baster (III) ses principaux détails. Il y ajoute que, « dans les fossés de Veere, les
» vieux polypiers qui se sont rompus par suite de leur pesanteur, sont
» roulés à droite et à gauche par l'eau (1) sur le fond, perdent leurs
» excroissances feuilletées, se remplissent de boue et adoptent une
» forme sphérique ou cylindrique, ce qui leur donne beaucoup de
» ressemblance avec les incrustations calcaires du « Petit Lac de
» Rockanje », avec lesquelles cette *Flustra* a été confondue autrefois.
» On les trouve en abondance dans les fossés de la ville de Veere (île
» de Walcheren), surtout derrière l'arsenal ».

« N. B. Pallas dit que la *Flustra crustulenta* se trouve à peine dans
» le petit lac salé de Rockanje, mais ici la *Flustra crustulenta* a été
» confondue avec l'*Alcyonella stagnorum*. Ni Lamarck, ni Johnston,
» ni aucun autre auteur de l'étranger ne font mention de cette espèce
» de *Flustra*. »

Dans le même travail, pag. 75, il traite de l'*Alcyonella fungosa* Pallas sp. « Elle s'attache comme une masse spongieuse dans les eaux
» stagnantes. On la trouve dans le petit lac de Rockanje (fide Pallas,
» Bergsma), dans les fossés autour de Rotterdam, de Beek près de
» Nimègue, de Leide et dans un étang près de La Haye. »

M. Maitland continue donc la confusion, créée par Berkhey et Bergsma ; pourtant il nous a communiqué, il y a quelques années, qu'il avait reconnu plus tard l'existence d'un banc mort de cette Flustra dans la Mare de Rockanje.

IX. — **W. Plokker**. « *Geschied- en aardrijkskundige Beschrijving van het Eiland Voorne en Putten* ». Brielle, 1851.

L'auteur fait mention, pag. 172, de la mare. Il présume que « la

(1) Nous ne saurions comprendre comment ces polypiers seraient roulés à droite et à gauche dans une eau *stagnante*.

» roche (ou plutôt le banc de blocs calcifiés) a déjà existé avant l'endi-
» guement du polder, qui a eu lieu antérieurement à 1500 ». (Nous ne sommes pas de cet avis, parce que les polypiers ne se forment ni dans l'eau salée, ni dans l'eau parfaitement douce, mais seulement dans l'eau saumâtre, donc dans les criques endiguées depuis plusieurs années.)
« Les blocs isolés se désagrègent facilement en une poudre légère. Les
» roseaux et d'autres plantes aquatiques s'incrustent d'une substance
» grisâtre, qui est d'abord douce et gélatineuse et qui s'endurcit ensuite.
» Elle se compose principalement de calcaire, qui est peut-être amené
» par une source souterraine. »

X. — La seconde thèse qui traite exclusivement du petit Lac de Rockanje est celle de **P. G. Van Anrooy** : « *Dissertatio chymica inauguralis de Incrustatione in Lacu Rakaniensi* ». Zalt-Bommel, 1852.

« La célèbre roche n'est pas naturelle, mais un produit absolument
» artificiel, un entassement de blocs retirés du fond de l'eau. » De même que Pallas, l'auteur admet la présence d'un banc décédé de colonies d'*Eschara crustulenta* et rejette l'explication arbitraire de Le Francq van Berkhey.

L'origine des petits tubes calcaires est la suivante : « Les tiges sub-
» aquatiques des *Gramineæ* (?) et des *Cyperaceæ* sont d'abord entou-
» rées d'une masse verte, gélatineuse, semblable à celle qui entoure
» toutes les plantes qui croissent dans les eaux stagnantes. La masse
» se couvre d'une mince couche calcaire et la tige disparaît par la
» putréfaction. » Van Anrooy n'a pas pu retrouver l'*Alcyonella stagnorum* de Bergsma, mais bien la *Spongilla fluviatilis*; ce qui n'exclut pas la possibilité de l'existence simultanée des deux espèces dans la mare. Pourtant elles ne contribuent que très peu aux incrustations, qu'il considère, ainsi que Bergsma, comme étant de nature chimique.

L'origine du calcaire doit être cherchée dans la grande quantité de coquilles marines (et d'eau douce ?), peut-être aussi dans un banc calcaire (hypothétique) existant dans la mare.

Les résultats de ses analyses quantitatives sont les suivants :

A. Pour les incrustations des polypiers ;

B. Pour les incrustations des roseaux ;

C. Pour l'eau de la mare.

	A	B	C	
$Al^2 O^3$	0,605			
$Fe^2 O^3$	1,076		$Ca SO^4$	0,0103 %
Ca O	32,489	41,935	$Ca CO^3$	0,0141 »
Mg O	3,935	3,225	K Cl	0,0035 »
Cl	0,017	0,143	Na Cl	0,1469 »
SO^3	0,306		$Mg Cl^2$	0,0325 »
CO^2	33,585	34,146	$Al^2 O^3$ / $Fe^2 O^3$	0,0029 »
$Si O^2$	4,305			
$P^2 O^5$	0,071	0,054	Matière organique	0,0474 »
$Al^2 O^3$, $Fe^2 O^3$ insolubles.	0,403	0,569		0,2576 %
Matière organique	21,75	19,240		
Perte	1,458	0,688		
	100,000	100,000		

Pourtant, à la page 42 de sa thèse, il écrit que l'eau a une teneur de 0,0217 % de $Ca CO^3$ ou de 0,0121 % de Ca O, chiffres qui s'accordent bien mieux avec ceux de Bergsma (pag. 5) et de M. Sinia (pag. 18), de sorte qu'une erreur n'est pas impossible.

Le journal *Algemeene Konst- en Letterbode* de l'année 1852, second volume, contient une critique de cette thèse, dans laquelle il est relevé que l'auteur n'a pas entrepris un examen microscopique des incrustations pour vérifier si l'*Alcyonella* contribue ou non à leur formation. Les analyses chimiques ne sont pas entièrement dignes de foi, parce que les résultats en sont *trop corrects*.

Il est assez étrange que Van Anrooy considère les incrustations comme simplement chimiques, vu la grande proportion de matière organique (19-21 %) qu'elles renferment et la faible quantité de calcaire contenue dans l'eau (0,014 % $Ca CO^3$).

XI. — L'ouvrage fondamental de la géologie des Pays-Bas, le « *Bodem van Nederland* » de **Staring**, ne consacre, dans le premier volume de 1856, pag. 225, que quelques lignes à notre mare.

« Plus d'une fois, elles (les incrustations) ont donné lieu à des » recherches. La mare a une superficie d'un hectare, se trouve au côté » intérieur des dunes et passe dans un terrain tourbeux, qu'on peut suivre » jusqu'à Brielle et qui doit probablement son origine à un ancien bras » de rivière. La mare elle-même est tourbeuse de tous côtés et, pour » la plus grande partie, remplie d'une végétation luxuriante de plantes » de marais. Au milieu, l'eau est plus riche en calcaire et encroûte, de

» carbonate de calcium, tous les objets qui s'y trouvent, tels que » pierres, roseaux et autres plantes. Les terres environnantes sont » remplies de coquilles, qui sont mises au jour à chaque fouille, de » sorte que l'origine du calcaire est à portée de la main, ainsi que celle » de l'acide carbonique qu'on peut trouver dans la multitude de » plantes aquatiques, qui pourrissent continuellement. L'explication » paraît si simple qu'il faut s'étonner de ce que ce cas soit unique sur » nos côtes, plutôt que du phénomène lui-même. »

XII. — **Bronn** : « *Die Klassen und Ordungen des Thierreichs, Weichthiere* », 1862.

Dans le chapitre IV des « *Moosthierchen* », intitulé : « *Verhältnisse zur Naturwirthschaft* », on lit ce qui suit : « Le petit lac du « Waal », » près de Rockanje dans l'île hollandaise de Voorne, diminue conti- » nuellement par une formation de roches, que Pallas a attribuée à » l'*Eschara crustulenta*. Bergsma a trouvé pourtant que les nou- » velles formations de pierres se composent de petites concrétions » calcaires, entre lesquelles on trouve la masse gélatineuse de l'*Alcyo-* » *nella fungosa* et une quantité de *Gammarus pulex* vivants. La » masse gélatineuse constituerait 0,22 du poids de l'incrustation » entière, qui contient, outre le calcaire, un peu de silice et de pro- » toxyde de fer. L'Alcyonelle agit, plutôt en formant qu'en augmentant, » sur l'incrustation continuée. »

XIII. — « *Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging* », I, 1872, pag. 155.

M. **Van Bemmelen** rapporte qu'en démolissant, il y a peu de temps, le « Dampoort » à Middelbourg, on a trouvé des mottes d'Eschares attachées aux pilotis du pont dans le fossé de la ville. On a aussi examiné des Eschares dans un fossé du village de Koudekerke, également dans l'île de Walcheren.

M. Maitland ajoute que c'est la même *Eschara crustulenta* que dans la Mare de Rockanje.

XIV. — Dans le même journal de l'année 1895, **M. Maitland**, à qui nous avions de bonne foi donné lecture de notre manuscrit, en a profité pour en copier une partie et en faire une communication intitulée : « *Zonderling dierlijk Product*, ZOARIUM, *in de Binnenwate-* » *ren van Zeeland*; ESCHARA LAPIDESCENS *van Baster*. »

La seule chose qui vaut la peine d'être citée spécialement est que

l'auteur considère la *Membranipora Lacroixii* comme identique à sa *Flustra Johnstonii (Fauna Belgii septentrionalis*, page 62), qui, à son tour n'est, d'après Johnston, qu'une variété de la *Membranipora membranacea (« British Zoophytes »*, 1847, I, page 348; II pl. LVII, fig. 11).

Nous allons maintenant examiner ce que différents auteurs ont dit de ces deux bryozoaires, d'abord de l'*Alcyonella fungosa* Pallas.

Allman, dans son travail classique « *Fresh-water Polyzoa* » (Ray Society, 1856), en donne une très bonne figure, une description, etc., mais ne mentionne ni notre mare, ni un pouvoir incrustant du bryozoaire.

Il en est de même de **Alpheus Hyatt**: « *Observations on Polyzoa* », Proceedings of the Essex Institute, vol. IV, V, Salem, 1868; et de **Jullien** : « *Monographie des Bryozoaires d'Eau douce* », Bulletin de la Société Zoologique de France, Meulan, 1885. Le Dr **Karl Kraepelien** traite en detail de notre Alcyonelle dans son remarquable travail sur : « *Die Deutschen Süsswasser-Bryozöen* », Band X der Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, Hambourg 1887, mais nous n'y avons pu trouver rien qui soit en faveur de l'hypothèse de Bergsma.

Le spécialiste reconnu des bryozoaires, M. le Dr Pergens, de Bruxelles, qui a eu la bontéd'examiner les tubes et les polypiers, est convaincu qu'un bryozoaire d'eau douce n'a rien à faire dans les incrustations.

Quand aux polypiers, attribués à la *Flustra crustulenta,* très calcifiés à Rockanje, vivants et cornés dans l'île de Walcheren, il les considère comme une variété de la *Membranipora Lacroixii*, Audouin, décrite et figurée par **Thomas Hincks** dans « *A History of the British marine Polyzoa* », London, 1880, pag. 129, pl. XVII, fig. 5-8.

D'après celui-ci, la forme ordinaire n'édifie pas des polypiers massifs, mais des croûtes très minces membraneuses, parfois d'une grande étendue et recouvrant des coquilles et des pierres.

CHAPITRE II

OBSERVATIONS NOUVELLES FAITES SUR LES AMAS DE BRYOZOAIRES DE ROCKANJE ET D'AUTRES LOCALITÉS ANALOGUES.

Nous allons exposer maintenant nos propres observations, en nous occupant d'abord de la mare elle-même, que nous avons visitée à plusieurs reprises.

Elle constitue la partie occidentale, la plus large et la plus profonde, d'une dépression en entonnoir, qui s'allonge de l'ouest à l'est ; qui est occupée par des prairies basses et tourbeuses et qui est bordée au nord et au sud de terrains cultivés, argileux.

Quand l'eau est basse, on voit que la mare est en grande partie remplie de plantes aquatiques flottantes, qui entourent une flaque d'eau libre, d'étendue restreinte. A cette zone en succède une autre assez étroite, où des roseaux poussent dans une eau profonde d'un mètre environ. Puis viennent des roseaux, qui ont déjà formé une couche de tourbe, boueuse d'abord, puis de plus en plus solide. Vers les bords, les roseaux sont d'abord mêlés à l'herbe ordinaire, puis remplacés par celle-ci, de sorte qu'il y a un passage graduel de l'eau sans végétation à la terre ferme, en prairie. Ce passage nous prouve que la mare a eu jadis une surface plus considérable, s'étendant jusqu'aux rives argileuses plus élevées, et qu'elle s'est graduellement rétrécie par l'accroissement de la tourbe.

Quant à l'origine de la dépression, on peut dire que celle-ci n'est qu'une des nombreuses criques anciennes, plus ou moins reconnaissables, qu'on rencontre dans tous nos polders marins, surtout en Hollande et en Zélande. Celle qui nous occupe en ce moment, a été séparée de la mer par une digue, bien avant 1400 (1).

Cette partie des Pays-Bas se composait, il y a quatre à cinq siècles, d'un archipel de petites îles, séparées par des bras de mer. Ces derniers s'ensablaient peu à peu, puis s'envasaient et c'étaient en général les bras transversaux qui s'envasaient les premiers.

L'eau de flux y entrait des deux côtés, de sorte que peu à peu la partie moyenne se métamorphosait en une langue de terre, séparant deux criques. L'envasement continuait naturellement de l'intérieur à l'extérieur, jusqu'à ce que les terres environnantes fussent endiguées. La crique fut ainsi séparée de la mer ou de l'estuaire et changée en étang, dont les parties les moins profondes furent envahies par une végétation de roseaux, se changeant peu à peu en couche de tourbe. C'est ainsi qu'une notable quantité des polders marins possèdent dans leur axe une eau allongée, qui s'est en général complétement adoucie et qui est bordée de prairies.

(1) Dans son important travail « *De Strijd om het Bestaan* » M. Beekman indique les dates suivantes. L' « Oudeland » de Rockanje fut réuni dans le XIVe siècle par une digue à Oostvoorne ; en 1479 furent conquis les polders « Stuifakker », « Windgat » et « Olaardsduin », qui sont actuellement protégés par des dunes du côté de l'ouest. Le « Naterspolder » fut endigué en 1412, le « Nieuwe-Goote-polder » en 1473, le polder « De Quack » en 1475, le polder « Saint-Pancrasgors » en 1479.

Quant aux gros blocs calcifiés, au moyen desquels on a érigé la fameuse « roche », ils forment au fond de la mare une couche ayant jusqu'à $0^m,20$ d'épaisseur, et cette couche est envahie en partie par les roseaux et par la tourbe qui en résulte.

Les cellules des bryozoaires sont réunies en feuillets, courbés et entortillés de différentes manières et formant ainsi des cavités qui servent de refuge à de petits crustacés d'eau douce. Ceux-ci n'y jouent qu'un rôle parfaitement passif et sont loin de ronger les cavités dans les blocs, comme on se l'est imaginé autrefois.

Il nous a paru d'abord que tous les blocs de bryozoaires étaient morts sans exception, mais pendant nos dernières visites, nous en avons trouvé de plus petits, dans lesquels les bryozoaires etaient encore vivants et ensuite nous en avons trouvé de vivants çà et là dans les gros blocs.

On peut pourtant affirmer que la vie bryozoïque est en train de s'éteindre. En général, les cellules vivantes sont minces et fragiles et il semble que leurs parois s'épaississent plus tard par une incrustation secondaire. Peut-être, l'eau du fond du milieu de la mare est-elle encore un tant soit peu saumâtre par suite de la diffusion de l'eau de mer qui imprègne le sous-sol sableux.

Ces polypiers sont très peu connus en dehors de Rockanje. M. **Van Geytenbeek** en fait mention dans sa thèse de 1875, intitulée : « *Proeve eener geologische Verhandeling over de Provincie Zeeland* » Leiden. Il dit dans une note au bas de la page 47 : « La pierre salée (zilten » steen) qu'on trouve souvent dans les eaux de la Zélande, et en abon- » dante quantité dans un étang entre Goes et Wolphaartsdijk, n'est » autre chose qu'une incrustation par des polypes, des tiges et des » racines de plantes aquatiques. C'est le polypier *Flustra crustulenta.* »

Il y a quelques années, j'obtins un polypier tout à fait analogue, qui avait été trouvé dans la Flandre néerlandaise, près du village de Groede, dans la crique endiguée, appelée « Zwarte Gat » (trou noir). Ceci m'amena à consacrer quelques semaines à des excursions en Zélande pour y visiter plusieurs de ces criques et pour examiner les conditions dans lesquelles vivent les *Flustra*, ou *Membranipora.*

Dans les environs de la ville de Zierikzee, dans l'île de Schouwen, les bryozoaires ne se trouvent pas dans l'ancien port, qui s'étend au nord-est de la ville *(Dijkwater)* puisque l'eau de mer y entre de temps à autre et que les animalcules ne vivent en profusion que dans l'eau plus ou moins saumâtre. Je les rencontrai au contraire dans deux étangs entièrement fermés, au nord-est de la ville, le « *Kaaskens-*

Water » et le « *Ronde-Weel* ». Ce premier est surtout remarquable. Il se trouve dans le prolongement du *Dijkwater*, et emprunte évidemment son nom (Eau des Fromages) aux colonies de *Flustra* qui ont en effet quelque ressemblance avec le fromage. Je trouvai d'abord des morceaux isolés de $0^m,20$ à $0^m,40$ et même $0^m,60$ de diamètre, puis aussi un petit récif fort curieux, situé sur la rive est-sud-est. Il a une hauteur de $0^m,50$, une longueur de 90 mètres et était suffisamment solide pour me porter. Le choc des vagues y était assez fort, circonstance qui est peut-être favorable à la croissance des bryozoaires, comme elle l'est aux récifs de coraux.

Les blocs isolés ne diffèrent de ceux de Rockanje qu'en ce qu'ils sont moins calcifiés ; ils sont pourtant suffisamment solides et assez nombreux pour avoir servi à la construction d'un brise-lames en miniature, long de 30 mètres et large de $0^m,50$, servant en même temps à la pêche. La provenance du calcaire est de nouveau à portée de la main : le sable marin, qui constitue le fond de l'étang contient nombre de coquilles ordinaires, surtout de la *Mya arenaria*. Elles sont parfois incrustées de la *Membranipora*, parfois de la croûte en chou-fleur, qui enveloppe également les anciens polypiers et les fait beaucoup ressembler aux blocs de Rockanje.

Les deux mares ont autrefois eu plus d'étendue ; les prairies des rives se composent de tourbe très récente, dont la formation a été facilitée par la croissance des polypiers, qui diminuaient la profondeur de l'eau. C'est du reste un phénomène qui se présente en bien d'autres endroits.

La première partie très sèche de l'été de 1896 nous fournit une bonne occasion d'observer la manière de vivre des bryozoaires dans les eaux saumâtres près de Zierikzee. Sur les rives du « Ronde Weel » ils se développent de préférence sur les objets de bois de différentes natures (pilotis, planches, nasses et écrans) jusqu'au niveau de l'eau (par conséquent à sec lors de ma visite). Ils poussaient aussi, mais dans de beaucoup moins bonnes conditions, sur des objets plus durs, murailles, briques isolées, tuiles, ossements, etc.

De l'autre côté de la ville, vers le « Kissers-Inlaag », nous en avons trouvé sur les bords de quelques fossés, sur les rhizomes et les racines de graminées et d'autres plantes, qui étaient à découvert, et aussi sur le bord d'une couche de tourbe, perforée de Pholades et couverte d'argile marine récente, épaisse de $0^m.50$ ou $0^m.75$.

Un petit fossé, entièrement à sec, nous montra comment les blocs isolés peuvent être enfoncés dans la boue, dans laquelle les bryozoaires ne sauraient naturellement vivre. Les rhizomes noduleux de plusieurs

plantes de marais y sont à la surface de la boue et servent de substratum aux embryons flottants d'une nouvelle colonie. A mesure que celle-ci devient plus lourde, elle s'enfonce dans la boue, jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre soit atteint, et ce phénomène se répète plusieurs années de suite. La base du bloc est morte, la partie supérieure est en train de croître. Nous y avons observé différents degrés de développement, qui expliquent la contradiction apparente.

Dans l'île de Tholen, nous n'avons fait que quelques recherches rapides et nous y avons trouvé des morceaux de *Membranipores* encore vivants, dans un fossé du « Schakerloo-Polder », tout près de la mer.

Dans la grande île de Zuid-Beveland, nous avons fait quelques recherches au N.-O. de la ville de Goes. On y voit encore l'ancienne digue du « Goessche-Polder », le noyau de l'île actuelle. Comme toutes les digues analogues, celle-ci est abrupte du côté intérieur, vers la ville, et y borde des prairies basses et marécageuses, qui constituaient l'ancienne plage avant l'endiguement. Le côté extérieur, plus doucement incliné, puisqu'il était exposé autrefois aux vagues de la mer, touche à une zone de terres argileuses, cultivées, notablement plus élevées que celles de l'autre côté. Cette zone assez étroite descend rapidement vers les rives marécageuses et tourbeuses de la crique, la partie la plus profonde du bras de mer d'autrefois ; elle est en train de se remplir de tourbe à la manière ordinaire, et cela bien plus vite que ne le ferait croire la carte topographique. Ce processus s'avance de l'est (prairie basse, tourbeuse) à l'ouest (eau ouverte, entourée de roseaux), où la partie la plus large et la plus profonde est coupée en droite ligne par la digue construite en 1809 et appelée « Wol phaars-Dijk ». Tout près se trouve un banc de nos polypiers, que les habitants appellent *Palingbrood* (pain aux anguilles), probablement parce que ces poissons ont l'air d'en manger, tandis qu'en réalité ils dévorent les *Gammarus pulex*, cachés dans les cavités.

Un pêcheur, qui me conduisit au banc, m'informa que les blocs ne se trouvent pas à une profondeur supérieure à $0^m,50$ et qu'on les rencontre toujours sur un sol dur, soit sable, soit argile, jamais dans la boue. Il en ramena quelques-uns à la surface de l'eau ; ils présentaient un diamètre de $0^m,20$ à $0^m,30$ et une épaisseur de $0^m,10$ à $0^m,15$, et étaient pourtant enfoncés dans une mince couche de boue. Ils étaient durs, bien calcifiés et montraient en plusieurs points de leur surface la structure en chou-fleur, causée par un dépôt ultérieur de calcaire.

L'eau de cette crique, *Schengen*, est franchement saumâtre, au point que le bétail refuse d'en boire et qu'il faut lui apporter soit de l'eau de pluie, soit celle des fossés du « Goessche-Polder ».

Ensuite nous avons rassemblé quelques données dans la Flandre Zélandaise. Dans une des criques entre Groede et Vosburg, le « Nieuwekerk-kreek », nous avons trouvé, à une profondeur de $0^m,75$, des polypiers très peu calcifiés et ne portant que des traces de la couche calcaire en chou-fleur.

La crique « Groote Gat » près d'Oostburg, fermée vers 1650, en contient aussi (d'après les informations ; page 6). Pourtant nous n'en avons pas trouvé, mais, au milieu de la crique, profonde d'un mètre, nous avons constaté un certain nombre de tubes calcaires, semblables à ceux de Rockanje.

Le mois de juillet 1896, très sec, nous fournit une bonne occasion de visiter le « Zwarte Gat », non loin de Groede, où l'eau était d'un décimètre plus basse que d'ordinaire. Ici encore, la crique est beaucoup plus réduite que ne le ferait croire la carte topographique ; au lieu de l'eau on voit une longue zone de prairies basses et tourbeuses, qui ne fait place à l'eau ouverte que tout près de la digue de mer. Un banc de sable boueux était à découvert, nous y vîmes plusieurs blocs isolés, très massifs et couverts de la calcification secondaire aussi, sur plusieurs points de leur face inférieure. La rive occidentale en portait également qui mesuraient jusqu'à $0^m,15$; ils étaient couverts d'une calcification secondaire assez bizarre.

Près de la ville de Terneuzen, nos recherches ont aussi eu des résultats. Au S.-E. s'étend une grande crique « Otheensche-Kreek », mais, au dire des habitants, on n'y trouve pas le *Zilten-steeu* (pierre salée). Cela provient de ce qu'on y laisse entrer directement de temps à autre l'eau de la mer, de sorte que l'eau y est *trop salée*.

A l'est de Neuzen, dans une petite crique du « Margaretha-Polder », nous les avons trouvées en profusion, tant en blocs isolés, tout près de la rive, que constituant un véritable récif en miniature, rappelant celui de Zierikzee. Il était orienté en partie du S. S. E. au N. N. O., en partie du S. au N.

Au dire des habitants, les bryozoaires y prospèrent si bien, parce que la digue laisse filtrer un peu d'eau de mer pendant les hautes eaux, de sorte que l'eau de la crique conserve un certain degré de salure, malgré les pluies qui l'adoucissent lentement. Un des blocs montrait à la surface inférieure plusieurs petites tiges et racines, sur lesquelles les colonies se sont fixées d'abord, pour s'étendre et se confondre ensuite. Ils sont tous très calcifiés ; l'un d'eux montrait les incrustations secondaires en chou-fleur, entourant de grandes cavités. Sur un autre, cette incrustation avait fait plus de progrès, de sorte que la structure bryozoïque était devenue entièrement méconnaissable à la surface supérieure et qu'elle était déjà assez indistincte à la surface inférieure.

Le « Margaretha-Polder » est bordé au S. E. par le « Groote-Huissens-Polder », dont la crique porte le nom de « Kwakkel. » Dans celle-ci, les polypiers ne paraissent pas exister, tout au moins d'après ce qui résulte des renseignements fournis par cinq personnes de la localité.

La crique du polder voisin (au S.-E.), le « Aandijke-Polder » a presque disparu (contrairement au figuré de la carte topographique), elle ne renferme plus d'eau, même tout près de la digue, mais seulement une forêt de roseaux, qui se convertit peu à peu en prairie de tourbe.

La crique très étendue, située près de la petite ville d'Axel, a également fait l'objet de mon examen ; l'eau en est déjà parfaitement douce et ne contient pas de bryozoaires à l'état vivant, d'après les renseignements obtenus.

Il en est autrement au N.-E. d'Axel, dans le « Bosch-Kreek », situé dans le coin N.-E. du « Beoosten-Blij-Benoorden-Polder. » A environ une centaine de mètres de la digue, qui traverse la crique dans sa partie la plus large, se trouve un banc de polypiers dans une eau profonde de $0^{m},30$ tout au plus. Il est déjà partiellement couvert de roseaux ; on constate facilement sa présence au moyen d'un croc en fer qui produit un son dur en heurtant un des blocs. Pourtant les polypiers eux-mêmes ne sont que médiocrement calcifiés, mais la surface supérieure est très dure par suite de l'incrustation secondaire verruqueuse. Celle-ci est entièrement verte par suite de la végétation d'algues qui la recouvre, de sorte que l'on est naturellement tenté de mettre ces dernières en rapport direct avec l'incrustation. Dans cette contrée de la Zélande, on appelle les blocs *zilten* (salés), soit parce que les habitants ont observé leur rapport avec une certaine salure de l'eau, soit parce qu'on confond la salure et la teneur en calcaire. (Un maître d'école voulait comparer, par exemple, une des criques avec le célèbre lac Elton.) Ailleurs, par exemple, à Groede et à Oostburg, on les appelle *sintels* (chiasses), faisant allusion à leur porosité. Les carpes aiment à se cacher entre et sous les polypiers, mais en 1894 la crique n'en contenait plus, elles étaient toutes mortes pendant l'hiver rigoureux de 1890-91, lorsque l'eau fut gelée jusqu'au fond.

Assez près et à l'ouest de Terneuzen, se trouve le « Boven-Polder », avec deux criques « Voorste » et « Achterste-Kreek. » D'après les renseignements recueillis, elles contiennent des polypiers lourds et durs, qui constituent un banc ; nous n'eûmes pourtant pas l'occasion de nous en procurer.

Loin d'ici, dans la Hollande Septentrionale, au sud du village de Petten, on voit, sur la carte topographique, le nom de « Zout water-

sloot » (fossé d'eau salée). Ce fossé se trouve à l'intérieur de la célèbre digue de mer, appelée « Hondsbossche-Zeedijk », au travers de laquelle s'infiltre une petite quantité d'eau de mer pendant les très hautes eaux. Par conséquent, l'eau est sensiblement saumâtre dans ce fossé et dans les petites mares qui communiquent avec elle et dont l'argile marine (avec *Littorina*, *Cardium*, *Scrobicularia* et *Myrtilus)* a été enlevée pour revêtir la digue. Dans quelques-unes, nous trouvâmes bientôt des polypiers de la *Membranipora*, peu calcifiés et assez fragiles, qui formaient des blocs isolés, dont la grandeur variait de celle d'une noix à celle d'une tête ; dans une autre, nous découvrîmes un petit récif côtier, continu et plus calcifié Le dépôt calcaire secondaire recouvrait les polypiers et aussi des coquilles, des morceaux de briques et des racines, de la manière ordinaire. Autrefois, il avait formé aussi quelques tubes de roseaux, qui avaient été entourés en partie à leur tour de bryozoaires. Ces derniers forment donc réellement des tubes, qu'on peut cependant distinguer facilement des autres, qui sont plus connus.

CHAPITRE III

LES INCRUSTATIONS CALCAIRES DE LA MARE DE ROCKANJE.

Voir planche VII.

Revenons maintenant aux polypiers de la Mare de Rockanje, qui sont assez volumineux et assez lourds et qui tous sont couverts d'un dépôt secondaire de calcaire, qui n'a rien de commun avec les bryozoaires. Il fait disparaître peu à peu tous les détails des polypiers, couvre les ouvertures des cellules, rétrécit et remplit finalement les cavités entre les feuillets et donne à la surface une ressemblance frappante avec le chou-fleur. C'est ce dépôt évidemment, qui a empêché certains observateurs, tels que Le Francq et Bergsma, de reconnaître les polypiers. Généralement, il ne rend méconnaissable que la surface supérieure. Pourtant, il n'en est pas toujours ainsi, car les blocs de la « Roche » sont rejetés chaque automne dans l'eau et peuvent y rester longtemps avec la face primitivement inférieure tournée vers le haut. Alors, celle-ci s'incruste à son tour et toute trace des bryozoaires disparaît complétement. (Pl. VII, fig. 3.)

L'incrustation, que nous avons en vue, couvre également d'autres objets, par exemple des tiges de roseaux, et produit ainsi les tubes calcaires, que nous avons déjà mentionnés plusieurs fois et qu'on retire généralement de dessous la couche de tourbe récente. Les parois de ces tubes se composent souvent de 2 à 3 couches successives,

plus ou moins soudées, de sorte qu'évidemment, on a affaire ici à des dépôts de 2 ou 3 années consécutives. (Pl. VII, fig. 4.)

Dans l'espoir de trouver des tubes en voie de formation, nous en avons retiré un assez grand nombre du fond de l'eau, mais ils étaient tous « morts ». En outre, nous avons trouvé un dépôt de calcaire très mince sur la face supérieure des rhizomes de roseaux, dépôt qui a du reste déjà été observé et figuré par Bergsma (v. pag. 291). Cette croûte avait le même aspect en chou-fleur que le dépôt en tubes et que celui observé sur les polypiers; comme ceux-ci, il était de couleur gris-pâle, quand il était mort. Parfois, quand il était encore en voie de formation, il était distinctement vert, ce qui nous poussait de nouveau à l'attribuer à de petites algues. (Pl. VII, fig. 5.)

Cette hypothèse fut renforcée par la découverte, dans la boue flottante, d'un grand nombre de très petits tubes calcaires, d'un millimètre de diamètre, qui se sont évidemment formés autour d'algues ou de Characées et qui ont dû être produits directement par la chlorophylle de celles-ci.

A. — *Données chimiques sur la Teneur en Calcaire.*

De ce qui précède on peut conclure qu'il serait possible que la teneur en calcaire de l'eau de la mare subisse des oscillations en sens inverse de celles de la végétation : qu'elle soit la plus forte au printemps et la plus faible en automne. Dans le but de vérifier cette hypothèse, nous avons eu recours à M. Goudswaard, précepteur à Rockanje, qui a eu la bonté de prendre chaque mois une bouteille de l'eau de la mare, et à M. le Dr Sinia, directeur de l'école moyenne de Brielle, qui a bien voulu en déterminer la teneur en CaO. Toutefois, à la suite de différentes circonstances, les échantillons n'ont pas été pris pendant la même année, mais pendant trois années consécutives (1888, 1889 et 1890); cette circonstance a probablement causé quelques irrégularités, de sorte que les résultats ne sont pas entièrement satisfaisants.

Teneur en oxyde de calcium, exprimée en milligrammes par litre d'eau.

Janvier	1890	153	Juillet	1889	158
Février	»	176	Août	»	189
Mars	»	186	Septembre	»	?
Avril	1889	157	Octobre	1888	120
Mai	»	158	Novembre	»	114
Juin	»	149	Décembre	»	147

Moyenne : 155.

Le chiffre d'août 1889 est exceptionnellement grand, l'eau examinée était assez boueuse, de sorte qu'elle a probablement été puisée à une plus grande profondeur ou pendant une sécheresse.

Quoique le tableau ci-dessus doive probablement subir des modifications par des recherches plus précises à opérer ultérieurement, il nous montre déjà une augmentation de la chaux, de novembre à mars, donc pendant l'hiver, et une diminution de mars à juin, donc pendant le printemps.

D'après Van Anrooy (l. c.) la teneur en carbonate de chaux est de 0,014 %, soit 79 milligr. par litre d'oxyde de calcium, donc à peu près la moitié du chiffre de M. Sinia ; ce dernier chiffre s'accorde mieux avec celui donné par M. Bergsma, soit 0,027 % ou bien 151 milligr. On pourrait supposer que Van Anrooy a mis le chiffre de l'oxyde, au lieu de celui du carbonate. Du reste, en un autre endroit il donne 0,0217 % de carbonate, soit 121,5 milligr., ce qui s'accorde déjà mieux.

Afin de pouvoir comparer la teneur en chaux de différentes eaux naturelles à celle de notre mare, nous faisons suivre ici un tableau analogue, dont les données ont été empruntées à différents auteurs.

1.	Eau ordinaire, sans acide carbonique. Maximum (*a*) .	16,8
2.	Lac Majeur (*b*)	20
3.	Eau de la Manche (*a*).	32
4.	Mammoth Hot Springs. Minimum (*c*) . . .	35
5.	Eau de la Meuse à Maastricht (*d*)	44
6.	Eau de rivière. Moyenne (*e*)	45
7.	Conduite d'eau à Leeuwarden (*f*)	58
8.	» » Dordrecht (*f*).	67

(*a*) A. Knop « *Ueber Kalkabscheidung aus wässeriger Lösung* ». Bericht über die XXIII Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins zu Sigmaringen. 10 April 1890. Stuttgart. Alfred Müller.

(*b*) Thoulet « *Océanographie (Statique)* ». Paris 1890.

(*c*) W. H. Weed « *Formation of Travertine and siliceous Sinter by the Vegetation of hot Springs* ». Ninth annual Report of the United States Geological Survey. 1887-88.

(*d*) « *Verslag der Gezondheidscommissie te Maastricht over het Jaar 1894.* »

(*e*) Murray and Renard. « *Report on Deep Sea Deposits, based on the specimens, collected during the voyage of the Challenger.* » 1891,

(*f*) Communication particulière du Dr J. D. Van der Plaats, d'Utrecht.

(*g*) Prof. O. Fraas « *Ueber Furchensteine im Bodensee* ». Bericht über die XVIII Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins zu Stein am Rhein, am 9 April 1885. Stuttgart. Alfred Müller.

(*h*) « *Rapport betreffende de Drinkwaterleiding te Rotterdam.* » 1875.

(*i*) « *Verslag der Gezondheidscommissie te Rotterdam over 1891.* »

(*k*) « *Verslag van den Gezondheidsdienst te Amsterdam over 1894.* »

9.	Lac de Constance (*g*)	72
10.	Conduite d'eau à Rotterdam (89-98) (*h*)	90,5
11.	» » » (65-116) (*i*)	92
12.	Eau de la Meuse à » (*h*)	104
13.	Conduite d'eau du Vecht à Amsterdam (106-120) (*k*)	114
14.	» » des dunes à » (120-130) (*k*)	125
15.	Lac de Morat en Suisse (*b*)	125
16.	Mare de Rockanje	155
17.	Eau de Carlsbad (*c*)	167
18.	Mammoth Hot Springs. Maximum (*c*)	350
19.	Eau saturée d'acide carbonique. Maximum (*c*)	493
20.	Hierapolis, en Asie Mineure (*c*)	532
21.	Eau saturée d'acide carbonique. Maximum (*a*)	560
22.	Idem, avec 1 % de $Mg\,SO^4$ ou de $Na^2\,SO^4$ sous la pression atmosphérique ordinaire (*c*)	1120
23.	Eau saturée d'acide carbonique. Maximum sous pression fortifiée (*c*)	1680

La provenance du calcaire de notre mare n'est pas difficile à trouver, car les dragages prouvent que le fond consiste en sable marin, riche en coquilles, parmi lesquelles on peut citer en première ligne *Cardium edule*, puis *Mytilus edulis*, *Scrobicularia piperata*, *Mactra solida*, *Mactra subtruncata* et *Tellina Balthica*.

Ceci était du reste déjà connu par Le Francq van Berkhey en 1771 (v. page 290).

Une chose qui ne manque pas d'exciter l'attention, c'est la grande quantité de boue fétide en suspension, qui a déjà attiré l'attention de l'auteur susnommé. Avec un peu de peine, on parvient à la diviser en ses éléments : restes pourris de roseaux, de joncs, etc., cadavres de *Gammarus pulex*, etc., coquilles innombrables de *Cypridines*, déjà mentionnées. Puis, on y constate des coquilles de *Limnaea ovata*, Drap. et de *Planorbis glaber*, Jeffr., en très grand nombre, accompagnées d'autres de *Hydrobia ventrosa*, Müll., de *Physa fontinalis*, L., de *Paludina vivipara*, L., de *Planorbis corneus*, L. et de quelques opercules de *Bythinia tentaculata*, L.; quelques écailles et fragments d'os de petits poissons; un assez grand nombre de tubes calcaires en miniature; quelques graines et petits fruits; la masse principale, d'*apparence* d'argile grise, très compacte, tenace à l'état sec et ne se séparant que difficilement dans l'eau.

La plupart des grains de cette masse avaient une taille de $0^m.002$ à $0^m.003$; il s'y joignait une notable quantité de grains plus petits de couleur blanchâtre (calcosphérites).

L'analyse chimique y révéla une proportion inattendue de calcaire, soit 0.882 gr. sur 2 gr. ou 44.1 °/₀; ensuite, 18.38 °/₀ de matière organique et 37.52 °/₀ de cendres et de sable quartzeux très fin.

Cette forte proportion de calcaire, qui est due en partie aux fragments de coquilles et aux Cypridinés, se rapproche sensiblement du chiffre de 42 °/₀, que donne Van Anrooy pour les tubes de roseaux.

Il est probable que la matière organique de la boue se compose en très grande partie des algues microscopiques dont l'eau est parfois remplie au milieu de l'été et qui a également attiré l'attention de Le Francq van Berkhey.

B. — *Recherches comparatives sur les Tufs et Précipitations calcaires : Conclusion.*

Afin d'examiner jusqu'à quel point les algues et d'autres plantes ont la propriété de constituer des dépôts de calcaire, nous avons recherché ce qui a été dit sur ce sujet dans la littérature géologique et nous avons trouvé ce qui suit.

I. — « *Briefliche Mittheilung des Herrn* **Von Schauroth** *an Herrn Zerrenner.* » Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft III. 1851.

La croissance des tufs calcaires est connue depuis longtemps. Dans la vallée de Weissenbrunn, qui descend d'une crête de « Muschelkalk », se trouve un dépôt de tuf calcaire. Il prend naissance dans des sources, dont l'eau n'est pas particulièrement calcarifère, et s'étend horizontalement ; sa formation est facilitée par les mousses et les herbes sans lesquelles elle ne serait même pas possible. Les herbes s'entourent de croûtes cylindriques, entre lesquelles l'eau circule relativement vite, de sorte qu'elle dépose moins facilement son calcaire ; ce qui rend le tuf plus compacte. C'est sur les mousses que se forme la plus grande partie du dépôt ; l'eau circule plus lentement entre elles, dépose presque tout son calcaire, le tuf croît plus vite et reste peu solide. Ce sont surtout les espèces *Hypnum molluscum* Hedw. et *Didymodon capillaceus* Hedw.

II. — **Ferdinand Cohn** « *Ueber die Entstehung des Travertin in den Wasserfällen von Tivoli* ». Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1864. Ce travail est le plus important de ceux que nous avons examinés et c'est lui qui a surtout contribué à établir notre manière de voir.

Plusieurs plantes aquatiques ont la propriété de provoquer une précipitation de calcaire sur toute leur surface, même dans une eau,

qui est pauvre en calcaire, mais riche en acide carbonique, et dans laquelle on ne voit d'ailleurs pas de trace de dépôt. Ce sont, par exemple, *Ranunculus aquatilis*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Caulinia*, *Potamogeton*, etc. Il y a ici de très curieuses différences génériques et même spécifiques, ainsi les *Nitella* (sans écorce) ne s'incrustent jamais, tandis que les *Chara* en sont capables. Parmi les algues, ce sont surtout les *Oscillarinées,* qui contiennent du phycochrome. Parmi les mousses, ce sont surtout : *Eucladium verticillatum*, *Trichostomum tophaceum*, *Hypnum felicinum*, *H. commutatum*, etc.

Dans la mer aussi, c'est exclusivement la vie organique, qui précipite la chaux; nombre d'algues marines en sont même si riches qu'elles ne ressemblent plus à des organismes vivants, mais à des croûtes et à des efflorescences inorganiques. Dans celles-ci, *la chaux se trouve aussi bien sur les cellules qu'entre elles et même dans leurs parois*. Et pourtant, on trouve, à côté de ces algues, d'autres qui ne donnent lieu à aucune observation analogue.

Déjà en 1799, le célèbre **Léopold Von Buch** a *cru* constater un rapport entre la végétation et la formation du travertin de Tivoli, près de Rome, en voyant des cylindres calcaires, agglomérés sans ordre, et contenant des restes de plantes, soit roseau, soit jonc, soit branche d'arbre. Pourtant ces objets-là n'étaient pas la *cause* elle-même de la formation, ils ne formaient que le substratum plus ou moins passif.

Cohn a visité différentes localités en 1863 et a constaté tout de suite que la formation du travertin se continuait toujours dans le lit de l'Anio. Il a vu que la surface entière des cylindres mentionnés ci-dessus était couverte de mousses, entièrement incrustées; par exemple *Hypnum rusciforme*, *Fissidens crassipes*, etc., qu'on peut isoler au moyen d'acide hydrochlorique et qui constituent un véritable feutre. La masse intérieure de ces cylindres contient un feutre analogue, un peu moins volumineux, mais qui ne se compose que de deux ou trois espèces d'algues *(Oscillarinées)*, *Hypeothrix Naegelii*, *H. incrustata*, *Leptothrix Köhleri* et une nouvelle espèce : *L. Liburtina*.

Il en tire la conclusion logique que ces algues et ces mousses sont la première cause de la formation du travertin, tout en admettant que, par la suite, il se dépose du calcaire qui ne provient plus de la végétation et qui remplit peu à peu les différentes cavités.

Les mousses et les Characées ont une croissance illimitée à leur sommet et se prolongent continuellement, même si les parties inférieures sont étouffées dans la pierre. Les Oscillarinées se conduisent relativement de la même manière, les filaments sont réunis en pellicules et en *coussins* (ceci rappelle la surface en chou-fleur des incrus-

tations de Rockanje); ils se pétrifient à la base et croissent au sommet. Ils peuvent se mouvoir et rampent ainsi toujours vers la surface.

Dans le travertin ancien, les algues, etc., disparaissent totalement, par suite de la porosité et de la putréfaction.

Cohn a observé, dans le voisinage de Tivoli, une seconde variété du travertin, également formée par des Oscillarinées, qui s'isolent en feutre volumineux par le traitement de l'acide hydrochlorique. Ce sont surtout des espèces des genres *Ainactis*, *Euactis* et *Inomeria* qui édifient un « *Phycoma lapidescens* ». Les filaments plus épais appartiennent à l'espèce *Amphithrix incrustata* et constituent un « *Stratum crustaceum incrustatum cohaerens dure lapidescens* ».

III. — **Archibald Geikie**. « *Text-book of Geology.* » 1885.

Certaines espèces de *Chara* précipitent la chaux dans les parois de leurs propres cellules. D'autres plantes — *Hypnum*, *Bryum*, *Ranunculus*, *Potamageton*, etc. — produisent une incrustation au dehors de leur propre substance. Ceci arrive, même quand la teneur en carbonate de calcium n'excède pas 0,034 % (190 milligr. de Ca O par litre). Le dépôt commence directement sur les plantes, mais, par la perte continue d'acide carbonique, il se forme ensuite entre le tuf brefiux.

IV. — **Oscar Fraas**. « *Ueber Furchensteine im Bodensee* ». Bericht über die XVIII Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins am 9 April 1885.

Dans le Lac de Constance, la *Rivularia calcarea* (autrefois *Euactis calcivora)* forme un *thalle* hémisphérique qui s'incruste de calcaire, conflue avec ses voisins et constitue de véritables couches. Dans des circonstances favorables, il s'y joint une Hepaticeae : *Jungermannia riparia* et une mousse : *Fissidens grandifrons*, qui épaississent la couche calcaire.

V. — **Walter Harvey Weed**. « *Formation of Travertine and siliceous Sinter by the Vegetation of hot Springs* ». Ninth Annual Report of the united States Geological Survey, 1887-88.

Ce travail, fort intéressant et bien illustré, donne une foule de détails sur la végétation d'algues dans des sources chaudes. Il relève que souvent on ne peut découvrir aucune trace de plantes dans les coupes microscopiques de roches, qui sont sans doute phytogènes, par exemple lorsqu'il s'agit des calcaires marins, et surtout de certains dépôts, qu'on a regardés autrefois comme purement chimiques, comme

le travertin, le tuf siliceux, certains gypses et le limonite. Dans ces cas, c'est seulement l'examen attentif du processus actuel qui permet de constater le mode de formation.

Les couleurs rouges ou vertes des dépôts calcaires dans le Yellowstone-Park sont souvent causées par des algues totalement incrustées, de sorte qu'un botaniste même saurait à peine les reconnaître. Ce n'est que le sommet, encore en croissance, qui est libre.

Dans l'eau chaude de Carlsbad, il y a une abondante végétation d'algues qui constituent des coussins gélatineux, contenant des grains calcaires. Entre et sur les filaments des algues se forment des cristaux de spath. La manière dont le calcaire est précipité varie beaucoup dans les différentes familles d'algues. La végétation cesse dans l'eau à 55° C. ; pourtant dans les « Mammoth Hot Springs » du Yellowstone-Park, une espèce d'algues vit dans l'eau à 75° C.

Quand l'apport d'eau cesse, les algues meurent vite, la couleur change et une roche douce et poreuse est tout ce qui reste de la gelée qui se développait. En dissolvant la pierre dans l'acide hydrochlorique dilué, les algues sont mises au jour ; elles constituent un feutre de fils très minces enchevêtrés.

La solidité du travertin dépend de la rapidité avec laquelle il a été formé, parfois il est dur, cristallin et compacte comme un calcaire ancien.

VI. — **A. Knop.** « *Ueber Kalkabscheidung aus wässeriger Lösung* ». Bericht über die XXIII Versammlung des Oberrheinischen Geologischen Vereins zu Sigmaringen, 10 April 1890.

La quantité maxima de carbonate de calcium, que puisse dissoudre l'eau saturée d'acide carbonique, est 0,1 % (493 milligr. de Ca O par litre), contenant 0,022 % de CO^2. L'eau saturée elle-même contient 0,2 % de CO^2, donc à peu près dix fois la quantité nécessaire. Sous pression renforcée et à la température ordinaire, la quantité de CO^2, qui entre en solution, augmente, mais il n'en est pas de même de celle du $CaCO^3$.

De l'eau sans CO^2 ne peut tenir en solution que 0,003 % de $CaCO^3$ (soit 16,8 milligr. de CaO par litre).

Sur les rives de la chute du Rhin de Schaffhausen, et aussi ailleurs, il se forme sur les cailloux des calcaires phytogènes. On y observe des coussins hémisphériques vert foncé d'*Euactis calcivora*, contenant nombre de rhomboèdres de spath calcaire. Après la mort de l'algue, ses restes forment des pellicules et des verrues de calcaire.

Le Travertin de Rome est formé par les algues et constitue des

roches d'une épaisseur de 100 mètres, dont sont bâtis par exemple le Colysée et l'église Saint-Pierre.

Dans les sources chaudes de Baden-Baden vit l'*Oscillaria smaragdina*, qui produit un dépôt calcaire. En d'autres endroits, ce sont des mousses, dans les Alpes calcaires, par exemple, au pied des cônes de débris incohérents, qu'ils changent en brèche.

Les Chara aussi sont bien connues comme fixant le calcaire. Bischof a trouvé dans La Manche 0,0057 % de $CaCO^3$ (32 milligr. de CaO par litre), soit 1/18 de la quantité qui pourrait être dissoute, et cinq fois plus de CO^2, qu'il n'est nécessaire pour tenir ce calcaire en solution.

VII. — **Maria**, Gräfin **Von Linden.** « *Die Indusïenkalke der Hürbe* ». Même journal, 1890.

La Hürbe est un affluent du Brenz, qui se jette dans le Danube à Gundelfingen, dans le Würtemberg.

A 1,5 kilomètre en amont de l'embouchure de la Hürbe, sur un espace assez restreint (27 × 1 mètre), on trouve des boules calcaires, dont la grandeur varie depuis celle d'une noix jusqu'à un pied de diamètre; elles constituent une couche ayant parfois 30 à 40 mètres d'épaisseur et dont la partie supérieure est couverte d'algues, parmi lesquelles des *Chroococcus* (vert), *Oscillaria* (vert-bleuâtre), des *Bacillaires* (brun-jaunâtre), entre autres *Achnanthes minutissima*, *Meridion circulare*, *Eucyomena*, etc. Ces boules se composent de couches concentriques, mais asymétriques, les moins compactes en dehors, les plus compactes au milieu, par suite de la cristallisation ultérieure, qui est également favorisée par les algues. Leur croissance est la plus forte à la face supérieure et vers l'amont. Dans cette même direction, il existe un banc de calcaire de 74^m, de longueur et $0^m,95$ d'épaisseur, qui se prolonge à $2^m,40$ de distance dans le lit de la rivière et de l'autre côté encore à une certaine distance dans la prairie riveraine, comme le prouvent les taupinières.

Nous avons été entièrement convaincu dans notre opinion par la lecture des différents traités indiqués ci-dessus et de plusieurs autres, dont le contenu était peu différent ; nous pensons que *le dépôt de calcaire de la Mare de Rockanje est le résultat de l'activité de certaines algues*. C'est ce qui nous a conduit à demander le concours du botaniste M. Beyerinck, professeur de bactériologie à l'École polytechnique de Delft, qui a bien voulu nous accompagner à la mare au printemps de 1896 et examiner ensuite plusieurs échantillons. A la suite de cet examen, il a été reconnu la présence d'une algue microsco-

pique, la *Gongrosira sclerococcus* Kützing, et une seconde espèce qui n'a pas encore été isolée, ni déterminée. Il lui a paru aussi, que la séparation du calcaire ne s'accomplit avec activité que sur un espace assez restreint de la mare, à savoir, dans le voisinage de la roche, là où l'eau est la plus profonde. Peut-être un certain degré d'infiltration de l'eau de mer, qui imprègne le sous-sol sableux de l'île, est-il ici en jeu.

On voit donc que le sujet n'est nullement épuisé, il y a encore plusieurs difficultés à résoudre qui sont en partie de nature chimique, mais principalement de nature botanique. M. Beyerinck pourtant, étant surchargé d'occupations, n'a pas pu entreprendre d'études sur la question ; mais heureusement, M. Schouten, de l'Université d'Utrecht, a bien voulu nous promettre de s'en occuper au printemps prochain et d'examiner les conditions et le mode d'existence des algues calcaires. Nous espérons donc pouvoir communiquer ultérieurement à la Société belge de Géologie de nouveaux renseignements sur ce sujet ; comme il nous occupait déjà depuis plusieurs années, il nous a paru opportun de publier les résultats de notre étude, bien que celle-ci ne soit pas terminée.

Utrecht, décembre 1896.

LES DÉPÔTS TERTIAIRES SUPÉRIEURS

DU

BASSIN ANGLO-BELGE

PAR

F. W. Harmer
Membre de la Société géologique de Londres.

PLANCHE VIII

PREMIÈRE PARTIE

Les couches pliocènes de la Hollande et leurs rapports avec celles de la Belgique et de l'Angleterre.

Mon ami, le Dr J. Lorié, d'Utrecht, a, en 1885 (1) et en 1889 (2), publié d'importants articles dans lesquels il a décrit des strates fossilifères découvertes en Hollande d'après des forages profonds à Goes, à Gorkum, à Utrecht et à Amsterdam, démontrant le fait remarquable que les dépôts souterrains pliocènes de cette contrée atteignent la grande épaisseur de plus de 200 mètres, peut-être même de 300 mètres.

Au mois de mai 1896, dans une communication à la Société Géologique de Londres (3), j'ai essayé de démontrer que la partie supérieure de ces dépôts est considérablement plus récente, non seulement que celle du Scaldisien de Belgique, à laquelle elle est généralement rattachée, mais aussi que la zone poederlienne de M. Vincent, car sa faune de mollusques est certainement plus boréale que celle de ces deux autres dépôts, et j'ai proposé pour ces couches hollandaises le nom d'Amstelien (4) d'après le fleuve Amstel, près de la ville d'Amsterdam, où elles atteignent leur plus grand développement.

(1) *Contributions a la Géologie des Pays-Bas*, nº 1, Extr. des Archives du Musée Teyler. Sér. II, tome II (1885), Haarlem.

(2) *Bull. Soc. Belge Géol.* Tome III, p. 409 (1889).

(3) *Quarterly Journal of the Geol. Society*, tome LII, p. 748 (1896), London.

(4) J'ai adopté ce nom, proposé par M. le Dr Lorié, après avoir consulté M. Van den Broeck.

Dans l'article précité, j'ai proposé la classification suivante des couches pliocènes de l'Angleterre, de la Belgique, et de la Hollande.

Tableau synoptique des Couches Pliocènes.

ANGLETERRE.	BELGIQUE.	HOLLANDE.
Cromer Beds. (Forest Bed Series).		
Weybourn & Bure Valley Crag.		
Chillesford Clay.		
Norwich Crag.		
Red Crag.		Amstelien.
Walton Crag : Couche supérieure. » inférieure.	Poederlien. Scaldisien.	Scaldisien.
Coralline Crag. Lenham Crag.	Zone à *Isocardia cor*. Sables de Diest, Louvain, etc.	Diestien.

Le rapport entre les couches pliocènes anglaises et belges a pendant longtemps occupé l'attention des géologues. Grâce aux travaux de Searles Wood, Kendall, et autres en Angleterre, et à ceux de mon ami Van den Broeck, et de ses collègues de Belgique, la faune malacologique des dépôts pliocènes a été étudiée avec tant de soin qu'aujourd'hui nous avons des matériaux suffisants pour une détermination très approximative de la corrélation entre les divers horizons de ces pays. D'abord il est universellement admis que le *Coralline Crag* de l'Angleterre est à peu près équivalent à la partie supérieure de la formation diestienne de la Belgique et probablement à la zone à *Isocardia cor*, attendu que 86 % des mollusques et 73 % des polyzoaires trouvés dans ce dernier horizon sont aussi présents dans le Coralline Crag.

Il y a cependant une différence notable entre le *Coralline Crag* et les sables à *Isocardia cor :* les mollusques dans ce dernier dépôt existent *in situ*, avec les deux valves réunies, tandis que dans le premier ce ne

sont, sauf de rares exceptions, que des coquilles d'animaux morts, dont peu sont bivalves, les plus grands et les plus petits exemplaires ayant été *triés* par l'action des courants, et disposés en couches, de la même manière que la distribution des cailloux de différentes grosseurs dans les dépôts de gravier. Dans un cas il s'agit du fond de la mer où vivaient les mollusques, dans l'autre d'une série de bancs sous-marins, constitués principalement des restes *pulvérisés* de polyzoaires et de mollusques, avec amas de nombreux exemplaires de coquilles de mollusques. Pourtant beaucoup de polyzoaires vivaient sur ces bancs coquilliers, et leurs restes se trouvent dans leur position normale de croissance. M. le professeur Herdman (1) déclare que dans la Mer d'Irlande l'*Isocardia cor* est caractéristique seulement des lieux les plus profonds. Cette coquille s'y trouve à environ une vingtaine de kilomètres de la côte, à des profondeurs de 128 à 146 mètres avec un fond argileux, mais on ne trouve que rarement cette espèce dans le Coralline Crag. Cette dernière formation est généralement caractérisée par des stratifications plus ou moins entrecroisées, et le dépôt a probablement eu lieu dans une mer moins profonde que celle du Diestien belge.

A Lenham, petit village situé à 64 kilomètres environ à l'est-sud-est de Londres, près du sommet d'une chaîne de collines connue sous le nom de *North Downs*, à 185 mètres au-dessus du niveau de la mer, on trouve des couches pliocènes un peu plus anciennes que le Coralline Crag, dont la corrélation avec les sables de Louvain et de Diest a été démontrée par M. Van den Broeck et par M. Clément Reid. Elles contiennent une plus grande proportion d'espèces éteintes de mollusques (43 %), et de formes miocènes (75 %), que ne contient le Coralline Crag ou les sables à Isocardia cor.

La faune malacologique du Coralline Crag indique que, en ce temps, le climat de l'Europe septentrionale était plus chaud qu'à présent et ceci est démontré encore plus clairement si nous limitons notre étude aux espèces les plus abondantes. L'usage, en comparant les différentes couches de la période pliocène, a été de prendre — au point de vue comparatif — toutes les espèces qu'elles contiennent, sans tenir compte de leur quantité plus ou moins abondante; mais cela peut donner lieu à des erreurs si l'on attache trop d'importance à la présence d'une forme dont un, ou tout au plus quelques exemplaires, ont été rencontrés, en comparaison avec des formes qui existent en très grande quantité. D'environ 440 espèces de mollusques trouvés dans le Coralline Crag et décrites par M. Searles Wood dans sa Monographie (2), près de 90

(1) *Reports British Association*, 1893, p. 526. 1894, p. 330.

(2) *Paleontographical Society*. Supplement *to the Crag Mollusca*, 1874, 1879, 1882. London.

lui étaient connues par des échantillons *uniques* seulement, tandis que plus de 100 espèces ne se rencontrent que *très rarement*. De 220 espèces, plus ou moins abondantes, qui peuvent être considérées comme formes typiques du Coralline Crag, 38 ou 39 % sont éteintes et, des autres, une grande partie (près d'un tiers) est exclusivement méridionale, et, sauf une exception, les deux autres tiers habitent toutes les mers situées au sud de la Grande Bretagne. Donc, les mollusques abondants du Coralline Crag sont en effet tous méridionaux, et si nous pouvions compter les coquilles au lieu des espèces, nous trouverions mille exemplaires de mollusques méridionaux pour un mollusque boréal (1). Le principe, qu'il est plus important de considérer *le facies général* de la faune que d'analyser toutes les espèces qu'elle contient, pourrait aussi être appliqué à l'étude des couches anglaises groupées jusqu'ici sous le nom de « Red Crag » ; et l'on peut ainsi démontrer qu'elles ne sont pas toutes de la même période, mais, au contraire, qu'elles représentent un espace de temps considérable, pendant lequel le climat de ces latitudes s'est refroidi, petit à petit, presque sans interruption, jusqu'à l'époque quaternaire, pendant laquelle un climat arctique, semblable à celui du Groënland, sévit sur toute l'Europe septentrionale.

Nous voyons dans des couches du Crag à Walton-on-the-Naze, à 8 kilomètres au sud de Harwich, le premier signe de ce changement de climat en Angleterre ; là quelques espèces de mollusques éteints, typiques du Coralline Crag, sont inconnues, ou tout au plus très rares, tandis qu'apparaissent pour la première fois quelques formes boréales, qu'on ne rencontre pas dans les plus anciens dépôts pliocènes, mais qui abondent ensuite dans la mer du Crag supérieur.

En considérant les dépôts pliocènes situés à l'est de la Mer du Nord, on trouve que la faune des zones scaldisiennes et poederliennes des géologues belges correspond approximativement à celle du Crag de Walton. Je vois une très grande similitude entre le Scaldisien et le Poederlien, la plupart des espèces trouvées dans ces deux horizons étant communes à l'un et à l'autre. J'estime qu'elles représentent non pas toutes les couches connues jusqu'ici sous le nom de « Red crag », mais plutôt les plus anciennes seulement, c'est-à-dire celles de Walton.

Il y a, parmi les mollusques de Walton, 120 espèces plus ou moins abondantes à cet endroit, qui peuvent être considérées comme espèces typiques, et on verra, d'après le tableau suivant, que parmi ces 120 espèces il y en a 90 qui appartiennent soit au Scaldisien soit au Poederlien.

(1) J'ai traité cette question d'une manière plus détaillée dans un article publié dans le *Geological Magazine*. London (1896), p. 27.

Liste des mollusques trouvés en abondance a Walton, qui se présentent aussi dans le Scaldisien et dans le Poederlien de la Belgique :

NOMS DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Non connues vivantes.	Méridionales
Gastéropodes.				
Cypræa avellana, Sow. . .	+	+	+	
„ *europæa*, Mont. . .	+	+		
Voluta Lamberti, Sow. . .	+	+	+	
Columbella sulcata, Sow. .	+	+	+	
Nassa elegans, Leathes . .	+	+	+	
„ *labiosa*, Sow. . . .	+	+	+	
„ *prismatica*, Broc. . .	+	+	...	+
„ *granulata*, Sow. . .	+	...	...	+
„ *propinqua*, Sow. . .	+	+	?	
„ *reticosa*, Sow. . . .	+	+	+	
Buccinopsis Dalei, Sow. . .	+	+		
Buccinum undatum, Linn. .	+	+		
Purpura lapillus, Linn. . .	+	+		
„ *incrassata*, Sow. .	...	+		
„ *tetragona*, Sow. .	+	+	+	
Trophon contrarius, Linn. .	+	+	...	+
„ *gracilis*, Da Costa.	+	+		
„ *muricatus*, Mont. .	+	+	...	+
Pleurotoma lævigata, Phil.	+	...	...	+
„ *brachystoma*, Phil.	+	+		
Cerithium tricinctum, Broc.	+	+	+	
„ *variculosum*, Nyst	..	+	+	
Aporrhais pes-pelecani, Lin.	+	+		
Turritella incrassata, Sow.	+	+	...	+
Chemnitzia elegantior, Wood	+	...	+	
„ *internodula*, Wood	+	+	...	+
Lacuna suboperta, Sow. . .	...	+	+	
Natica catenoides, Wood .	+	+	+	
„ *hemiclausa*, Sow. .	...	+	+	
„ *millepunctata*, Lam.	+		+	
Trochus noduliferens, Wood	+	+	+	
„ *Adansoni*, Payr. . .	+	+	...	+
„ *Montacuti*, W. Wood	+	...	...	+
„ *zizyphinus*, Linn. .	+	+		
Fissurella græca, Phil. . .	+	+	...	+
Emarginula fissura, Linn. .	+	+		
Calyptræa chinensis, Linn. .	+	+	...	+
Capulus ungaricus. Linn. .	+	+		
Tectura virginea, Müll. . .	+	+	...	Bor.
Actæon Noæ, Sow.	+	+	...	+
Bulla cylindracea, Penn. .	+	+		
Conovulus pyramidalis, Sow	...	+	+	
Dentalium dentalis, Linn. .	+	+	...	+

NOMS DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Non connues vivantes.	Méridionales
Pélécypodes.				
Anomia ephippium, Linn. .	+	+		
„ *striata*, Broc.. . .	+	+		
Ostrea edulis, Linn. . . .	+	+		
Pecten pusio, Linn. . . .	+	+		
„ *opercularis*, Linn. .	+	+		
„ *maximus*. Linn. . .	+	+		
„ *tigrinus*. Müll . . .	+	+		
Mytilus edulis, Linn. . . .	+	+		
Pectunculus glycimeris, Lin.	+	+		
„ var. *subobliquus*, Wood	+	...		
Nucula lævigata, Sow. . .	+	+	+	
„ *nucleus*, Linn. . .	+	+		
Montacuta bidentata, Mont.	+	+		
Scintilla ambigua, Nyst . .	+	+	+	
Lucina borealis, Linn. . .	+	+		
Cardita corbis, Phil. . . .	+	+	...	+
„ *scalaris*, Leathes .	+	+	...	+
Cardium edule, Linn. . . .	+	+		
„ *nodosum*, Turt. .	+	+		
„ *Parkinsoni*, Sow. .	+	+	+	
„ *decorticatum*, Wood	+	+	+	
Cyprina islandica, Linn. .	+	+		
Astarte obliquata, Sow. . .	+	+	+	
„ *Burtinii*, de Laj. .	+	+	+	
„ *Omalii*, de Laj. . .	+	+	+	
„ *Basterotii*, de Laj.	+	+	+	
Woodia digitaria, Linn. .	+	+	...	+
Venus casina, Linn. . . .	+	+		
Cytherea rudis, Poli . . .	+	+	...	+
Artemis lentiformis, Sow. .	+	+		
„ *lincta*, Pult. . . .	+	+		
Gastrana laminosa, Sow. .	+	+	...	+
Tapes virgineus, Linn. . .	+	+		
Tellina crassa, Penn. . .	+	+		
„ *donacina*, Linn. . .	+	+	...	+
Abra alba, Wood	+	+		
Mactra arcuata, Sow. . .	+	+	+	
„ *subtruncata*, Da Costa	+	+		
Pandora inæquivalvis, Linn.	+			
Solen ensis, Linn.	+	+		
„ *gladiolus*, Gray . . .	+	+	...	Bor.
Corbula gibba, Nyst . . .	+	+		
Corbulomya complanata, Sow.	+	+	+	
Saxicava rugosa, Linn. . .	+	+		
Panopæa Faujasii, de la G.	+	+	...	+
Mya arenaria, Linn. . . .	+	+		
„ *truncata*, Linn. . . .	+	+		
Cochlod. complanata, Wood	+	...	+	

Les espèces **les plus abondantes** sont indiquées par **une croix en caractères gras** dans toutes les listes de cette esquisse.

Il est à noter, comme démontrant le caractère méridional de la faune, que des 90 espèces précitées, il y en a 21 exclusivement méridionales, et de toutes celles qui existent aujourd'hui, il n'y en a que deux qui ne se trouvent pas dans les mers méridionales. La plupart des espèces caractéristiques de la faune de Walton abondent aussi dans les couches belges.

Ces trois zones sont caractérisées par la première apparition et par la grande abondance de la variété sénestre de *Trophon (Chrysodomus) antiquus*.

Cependant, M. Kendall a démontré qu'il y a deux zones à Walton, et il a découvert dans la zone supérieure un seul échantillon de la forme dextre de cette espèce, ainsi qu'un petit nombre de spécimens de coquilles boréales; mais ces espèces sont inconnues dans la couche inférieure. De même, la variété dextre de *Trophon* paraît, quoique rarement, dans le Poederlien, ainsi que l'espèce boréale *Chrysodomus despectus;* mais on ne trouve ni l'une ni l'autre dans le Scaldisien.

Il est donc plus que probable, je pense, que le Scaldisien et le Poederlien peuvent représenter les couches inférieures et supérieures, respectivement, du Crag de Walton.

Tandis que la faune de ces dépôts présente un facies méridional, sans être aussi distinctive que celui du Diestien ou du Coralline Crag, les couches pour lesquelles j'ai proposé le nom d'Amstelien, et le Crag rouge du Suffolk, dont les dépôts de Sutton et de Butley sont caractéristiques, possèdent une faune d'une nature franchement boréale.

Non seulement il y a absence, dans ces couches, d'un nombre d'espèces méridionales ou éteintes qui existent dans le Scaldisien et dans le Poederlien, mais ces couches contiennent une abondance de formes boréales et même arctiques qu'on ne rencontre pas dans ces premiers.

Voir, page suivante, un tableau de ces espèces.

J'estime que les faits allégués plus haut justifient la séparation du Crag rouge supérieur de l'Angleterre des dépôts inférieurs de Walton d'un côté, et la séparation de l'Amstelien de la Hollande, du Scaldisien et du Poederlien de la Belgique, de l'autre côté. Non seulement le Crag rouge supérieur et l'Amstelien appartiennent à la partie de l'époque pliocène pendant laquelle le climat était devenu comparativement froid, mais leur sédimentation était accompagnée, comme je m'efforcerai de le démontrer dans la seconde partie de cet article, d'un changement important dans les conditions géographiques du bassin pliocène.

ESPÈCES MÉRIDIONALES OU ÉTEINTES DE MOLLUSQUES TROUVÉES DANS LE SCALDISIEN ET DANS LE POEDERLIEN DE LA BELGIQUE, MAIS QUI NE PARAISSENT PAS DANS L'AMSTELIEN OU DANS L'HORIZON DE BUTLEY DU CRAG ROUGE.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Coralline Crag.	Diestien.	Walton Crag.	Non connues vivantes.	Méridionales.
GASTÉROPODES.							
Trophon alveolatus, Sow.	+	+	+	+	+	+	...
Cancellaria mitræformis, Broc.	+	+	+	...	...	...	+
Nassa prismatica, Broc.	+	+	+	+	+	...	+
„ *lamellilabra*, Nyst	+	+	...	...	...	+	...
Murex Duponti, Nyst	...	+	...	...	...	+	...
„ *vicinus*, Nyst	...	+	...	...	...	+	...
Cancellaria Lajonkairei, Nyst.	+	+	+	+	+	+	...
„ *umbilicaris*, Broc.	+	+	...	...	...	+	...
Columbella subulata, Broc.	+	+	...	+	+	...	+
„ *sulcata*, Sow.	+	...	+	...	+	+	...
Pleurotoma festiva, Hörnes	+	+	...	...	...	+	...
„ *gracilis*, Mont.	+	+	...	...	...	+	...
„ *hystrix*, Jan.	...	+	+	...	+	...	+
„ *incrassata*, Duj.	+	+	...	...	...	...	+
„ *perpulchra*, Wood.	+	+	+	...	+	+	...
„ *similis*, Nyst	+	+	...	+	...	+	...
„ *subulata*, Nyst	...	+	...	...	...	+	...
Drillia crassa, A. Bell	+	+	+	+	+	+	...
„ *crispata*, Jan.	+	...	+	...	...	...	+
Hædropleura Delheidi, Vin.	...	+	...	...	...	+	...
Natica cirriformis, Sow.	+	...	+	+	...	...	+
„ *intermedia*, Phil.	+	+	...	...	...	+	...
Turbonilla similis, Wood	...	+	+	+	...	+	...
„ *semistriata*, Wood.	+	...	...	...	...	+	...
Eulima subulata, Don.	+	+	+	+	+	...	+
Pyramidella plicosa, Bronn	+	+	+	+	+	+	...
Cerithium punctulum, Wood	...	+	...	...	+	+	...
Cæcum trachea, Mont.	+	...	+	...	...	...	+
Scalaria fimbriosa, Wood	...	+	+	+	+	+	...
„ *frondicula*, Wood	+	+	+	+	...	...	+
„ *subulata*, Sow.	+	+	+	+	+	+	...
Fossarus lineolatus, Wood	+	...	+	+	...	+	...
Rissoa proxima, Alder	+	+	+	+	...	...	+
Xenophorus Deshayesi, Mich.	+	...	...	...	...	+	...
Trochus obconicus, Wood	+	+	+	+	...	+	...
„ *turbinoides*, Nyst	...	+	+	+	+	+	...
Capulus obliquus, Wood.	...	+	+	+	+	+	...
PÉLÉCYPODES.							
Pecten lineatus, Da Costa.	+	+	...	+	...	+	...
Limopsis pygmæa, Phil.	+	...	+	+	+	...	+
Nucinella ovalis, Wood	+	...	+	+	...	+	...
Leda semistriata, Wood	+	+	+	+	...	+	...
Lucina crenulata, Ald.	...	+	+	...	...	+	...

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Scaldisien.	Poederlien.	Coralline Crag.	Diestien.	Walton Crag.	Non connues vivantes.	Méridionales.
PÉLÉCYPODES *(suite)*							
Lucina decorata, Wood	...	+	+	...	+	+	...
Kellia coarctata, Wood	+	+	+	+	...	+	...
„ *pumila*, Wood	...	+	+	...	...	Atl.	...
Montacuta truncata, Wood	+	...	+	...	...	+	...
Lepton depressum. Nyst	+	+	+	+	...	+	...
Astarte incerta, Wood	+	+	+	+	...	+	...
„ *corbuloïdes*. de Laj.	+	+	...	+	...	+	...
Astarte parvula, Wood	+	...	+	...	...	+	...
„ *triangularis*, Mont.	+	+	+	...	+	...	+
Tapes striatella, Nyst	+	+	...	...	...	+	...
Coralliophaga cyprinoides, Wood	+	+	+	...	...	+	...
Tellina compressa, Broc.	...	+	+	+	...	...	+
„ *donacina*, Linn.	+	+	+	...	+	...	+
Donax subfragilis, d'Orb.	...	+	...	...	...	+	...
Cultellus tenuis, Phil.	+	+	+	+	...	+	...
Solenocurtus strigillatus, Linn.	+	+	+	+	...	...	+
Thracia ventricosa, Phil.	...	+	+	?	...	+	...
Cochlodesma complanatum, Wood	+	...	...	...	+	+	...
Pandora pinna, Mont.	+	...	...	...	...	+	...

ESPÈCES SEPTENTRIONALES OU RÉCENTES QUI SE TROUVENT DANS L'AMSTELIEN OU DANS LE RED CRAG SUPÉRIEUR, MAIS NON A WALTON NI DANS LE SCALDISIEN DE BELGIQUE.

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Amstelien.	Crag rouge supérieur.	Arctique.	Scandinavien.
GASTÉROPODES.				
Buccinum grœnlandicum, Chem.	...	+	+	+
[1] [2] *Trophon antiquus*, Linn.	+	+	...	+
„ *despectus*, Linn.	...	+	+	+
„ *Sarsii*, Jeffr.	...	+	...	+
„ *Turtoni*, Bean	...	+	...	+
[2] „ *scalariformis*, Gould	+	+	+	+
Pleurotoma pyramidalis, Ström.	...	+	...	+
„ *violacea*, M. et A.	...	+	+	+
Cancellaria viridula, Fabr.	...	+	+	+
Scalaria grœnlandica, Chem.	...	+	+	+
Littorina littorea, Linn.	+	+	+	+
Amaura candida, Möll.	...	+	+	...
[2] *Natica clausa*, B. et S.	+	+	+	+
„ *grœnlandica*, Beck	...	+	+	+
„ *helicoides*, Johns.	...	+	+	+
„ *occlusa*, Wood.	...	+	...	+

ÉNUMÉRATION DES ESPÈCES	Amstelien.	Crag rouge supérieur.	Arctique.	Scandinavien.
PÉLÉCYPODES.				
Modiola modiolus, Linn.	...	+	...	+
Leda lanceolata, Sow.	+	+	+	...
„ *myalis*, Couth.	+	+	...	A.N.
„ *minuta*, Mont.	+	+	+	+
„ *hyperborea*, Lovén	...	+	+	+
Loripes divaricatus, Linn.	+	+	...	...
Cardium grœnlandicum, Chem.	+	+	+	...
[2] *Astarte compressa*, Mont.	...	+	+	+
Tellina lata, Gmel.	...	+	+	+
[1] „ *obliqua*, Sow.	+	+	...	+
[1] „ *prætenuis*, Leathes	+	+	...	...
[1] *Solen siliqua*, Linn.	+	+	+	...
				+
BRACHIOPODES.				
Rhynchonella psittacea, Chem.	...	+	+	+

La notation A. N. signifie Amérique du Nord.

(1) Trouvés dans le Poederlien, mais pas dans le Scaldisien

(2) M. Kendall a recueilli quelques exemplaires de ces espèces à Walton après des semaines de travail. Au contraire, un grand nombre des espèces dans cette liste se trouvent parmi les formes les plus abondantes du Crag rouge supérieur et de l'Amstelien.

Le Dr Lorié a décrit, dans les ouvrages mentionnés plus haut, les couches rencontrées dans les forages en Hollande, avec une liste circonstanciée des fossiles, et indiqué la profondeur à laquelle on les a découverts. Il y reconnaît, outre l'alluvion récente d'un côté, et le Rupelien, atteint à Goes de l'autre, la présence de trois formations, c'est-à-dire le Quaternaire, le Scaldisien, et le Diestien. Je me suis permis de proposer une classification de ces dépôts quelque peu différente de celle adoptée par le Dr Lorié, tout en lui offrant mes excuses bien respectueuses de ne pas le suivre dans ses conclusions. En même temps les divisions du Dr Lorié et les miennes s'accordent également pour démontrer que la formation pliocène de la Hollande non seulement augmente progressivement en épaisseur, mais s'incline rapidement vers le nord (voir la coupe, fig. 1).

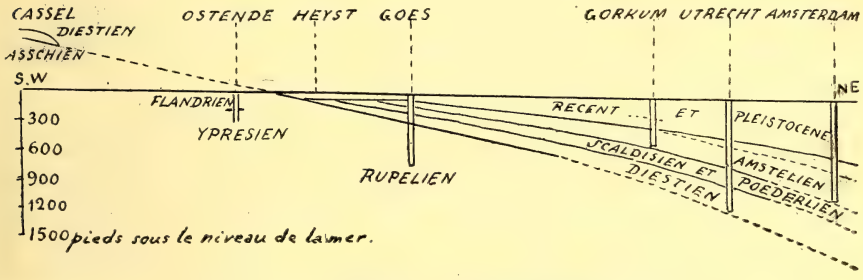


FIG. 1. — *Coupe de Cassel à Amsterdam.*

Le sondage le plus méridional décrit par le Dr Lorié a été fait à Goes (Beveland sud). A cet endroit on arriva à la couche scaldisienne à une profondeur de 39 mètres (128 pieds) et à la formation diestienne à 60 mètres (197 pieds)(1). A cette profondeur on y découvrit 20 espèces d'échinodermes et de bryozoaires et 35 espèces de mollusques, toutes formes caractéristisques du Crag corallin. On trouva des dépôts oligocènes (rupeliens) à une profondeur de 97 mètres (318 pieds) montrant que l'épaisseur du Diestien y est de 39 mètres. Entre 33 mètres (108 pieds) et 39 mètres (128 pieds) on put observer une espèce arctique, *Cardium grœnlandicum*, dans un dépôt que le Dr Lorié considère comme quaternaire, mais que j'estime être analogue aux couches qui atteignent une si grande épaisseur dans les autres forages et que je crois représenter une division supérieure du Crag anglais. Le Dr Lorié dit qu'à Goes on ne peut faire une division satisfaisante, fondée sur la lithologie, entre les dépôts pliocènes et ceux qu'il regarde comme quaternaires.

(1) Le sol de Goes se trouve à 4.21 mètres au-dessus de A. P. *(Amsterd. Peil.)*

Au forage de Gorkum, ou Goringhem (1), 80 kilomètres à peu près est-nord-est de Goes on n'est pas arrivé au Diestien, même à une profondeur de 182 mètres (597 pieds). Entre 92 mètres (302 pieds) et 120 mètres (393 pieds) on a trouvé une couche contenant des coquilles terrestres et d'eau douce que le Dr Lorié considère comme quaternaires. Des espèces semblables ont été trouvées à Utrecht et à Amsterdam avec des mollusques marins de l'époque pliocène, telles que *Nucula Cobboldiæ* et *Tellina prætenuis*. Dans la coupe (fig. 1) j'ai établi la base du Quaternaire là où le Dr Lorié l'a placée, mais j'ai aussi indiqué par des lignes pointillées les limites des espèces terrestres et d'eau douce. Le Dr Lorié a classé comme Scaldisiennes les couches trouvées à Gorkum au-dessous de 120 mètres (393 pieds). Elles contiennent cependant la forme boréale *Leda lanceolata* et d'autres espèces inconnues de Walton ou du Scaldisien en Belgique, et qui n'ont pas été trouvées dans les forages hollandais parmi les dépôts que j'estime être incontestablement scaldisiens. Il me semble que toutes les couches de Gorkum sont de date plus récente que le Scaldisien.

Le forage d'Utrecht (2) a été poussé jusqu'à la grande profondeur de 369 mètres (1210 pieds). A cet endroit le Dr Lorié a conclu, principalement sur des considérations lithologiques, que les strates diestiennes existaient à 240 mètres (787 pieds). Il démontre qu'à cette profondeur il y a un brusque changement d'apparence et de caractère du dépôt, des sables jaunes sans glauconie étant remplacés par des sables gris contenant ce minéral (3). Mais comme les couches scaldisiennes d'Anvers et de Goes contiennent aussi de la glauconie (4), ce fait ne semble pas avoir assez d'importance pour contredire l'évidence paléontologique ; ce qui me fait penser que la division entre le Scaldisien et le Diestien devrait être placée un peu plus bas, c'est-à-dire à 272 mètres (892 pieds) et que la ligne de 240 mètres (787 pieds) devrait être considérée comme la limite entre le Scaldisien et les couches plus récentes. La similitude de composition n'est pas toujours une preuve concluante d'âge. Les dépôts qui couvrent aujourd'hui le fond des mers voisines ne sont pas du tout uniformément répartis sur de grandes étendues, tandis que des couches qui se ressemblent beaucoup peuvent appartenir à des époques différentes. La partie principale du sédiment dont les couches hollandaises sont composées a été déposée par le Rhin et ses affluents.

(1) $3^m.5$ au-dessus A. P. (Amsterdamsche Peil).

(2) $3^m.73$ au-dessus A. P.

(3) Il se peut que cette couleur jaune soit due à la décomposition de la glauconie.

(4) Les sables diestiens et scaldisiens sont quelquefois presque identiques au point de vue lithologique.

La nature de ces différents dépôts pouvait rester plus ou moins la même pendant de longues périodes, mais ces dépôts auraient pu être déposés tantôt en un point tantôt en un autre (1).

A Utrecht une coquille terrestre, *Succinea elegans*, a été trouvée entre 162 mètres (531 pieds) et 169 mètres (554 pieds) (2), à un niveau équivalent, quoiqu'un peu plus haut que celui de la couche d'Amsterdam contenant des coquilles terrestres et d'eau douce dont je parlerai plus tard. A Utrecht, entre 160 mètres (525 pieds) et 240 mètres (787 pieds), on a rencontré des couches qui contiennent *Nucula Cobboldiæ*, *Tellina prætenuis*, les formes arctiques *Leda lanceolata*, *Cardium grœnlandicum* et *Natica clausa*, ainsi que d'autres coquilles caractéristiques du Crag supérieur de l'Angleterre, et il me semble que ces dépôts sont aussi récents que l'horizon du Crag rouge de Sutton ou de Butley. A partir de 240 mètres (787 pieds) jusqu'à 272 mètres (892 pieds) on a trouvé ce qui, à mon avis, constitue une vraie couche scaldisienne, contenant des espèces caractéristiques de ces dépôts et du Crag de Walton, et surtout la forme typique *Trophon (Chrysodomus) contrarius*, inconnue dans le Diestien ou dans le Crag corallin. A partir de 272 mètres (892 pieds), le sondage a pénétré des couches contenant les fossiles diestiens ordinaires jusqu'à 97 mètres plus bas, soit à une profondeur totale de 369 mètres (1210 pieds) sans atteindre la base de la formation diestienne.

Les forages d'Amsterdam, qui ont été portés à une profondeur de 335 mètres (1099 pieds) au-dessous de A. P., montrent que l'inclinaison des couches pliocènes et pleistocènes continue vers le nord jusqu'à cette ville. La couche contenant des coquilles terrestres existe donc à un niveau inférieur à celui d'Utrecht, c'est-à-dire à 234 mètres (768 pieds) environ.

Je suis d'avis que toute la formation au-dessous du Pleistocène rencontrée ici (sauf peut-être les 15 derniers mètres, qui ne contiennent pas de fossiles) représente une zone supérieure du Crag anglais, et que le Scaldisien n'a pas encore été atteint. Outre la plupart des espèces boréales propres à cet horizon, et découvertes en d'autres endroits, ce sondage a donné *Leda myalis*, coquille septentrionale caractéristique du Pliocène anglais le plus récent, *Leda minuta*, et *Fusus scalariformis*. Des coquilles boréales existent à toutes profondeurs, quoiqu'elles deviennent moins abondantes dans les couches inférieures, et

(1) Quelques-unes des couches décrites par le Dr Lorié paraissent être d'un caractère analogue au Chillesford Clay de l'Angleterre orientale, quoiqu'elles appartiennent à une époque tout à fait différente.

(2) Un seul spécimen a été trouvé à 200 mètres (656 pieds).

il y a un manque appréciable de plusieurs formes du Crag corallin et du Crag de Walton, qui sont présentes dans le Scaldisien (1).

J'ai été entièrement guidé par des considérations paléontologiques en tâchant de séparer dans ces forages les horizons différents du Crag hollandais. Les démarcations que j'ai établies pouvant être exactes ou inexactes, je suis tout disposé à les rectifier si cela est nécessaire ; même si l'on doit les placer plus haut ou plus bas, je suis persuadé que trois divisions, plutôt que deux, pouvant être signalées dans ces strates, ce fait n'aura aucune influence sur ces conclusions générales : que les coquilles arctiques sont limitées à la zone supérieure et qu'il y a absence, dans cette dernière, de beaucoup de formes éteintes ou méridionales que l'on trouve dans les dépôts scaldisiens, et dans les dépôts de Walton également, mais que l'on ne trouve pas dans les horizons supérieurs du Crag anglais.

La différence entre les trois divisions du Crag hollandais est beaucoup plus accentuée si nous limitons notre attention aux espèces les plus abondantes ou les plus caractéristiques. Je joins ici des listes de celles-ci, tirées du tableau établi par le Dr Lorié.

LISTE DES ESPÈCES LES PLUS ABONDANTES DE MOLLUSQUES DES COUCHES PLIOCÈNES DE LA HOLLANDE.

A. Dans les couches qui sont, selon moi, diestiennes.

Terebratula grandis, Blum.
Anomia ephippium, Linn.
Pecten opercularis, Linn.
» *ventilabrum*, Goldf.
Limopsis pygmæa, Wood
Cardita orbicularis, Leathes
» *chamæformis*, Leathes
» *scalaris*, Leathes
Astarte Omalii, de Laj.
» *triangularis*, Mont.
Woodia digitaria, Linn.
Venus ovata, Penn.
Corbula gibba, Olivi
Dentalium entalis, Linn.
Cyprina islandica, Linn.

Toutes ces coquilles proviennent du Crag corallin et abondent dans cette formation. De plus, on a trouvé dans ces couches, trente-cinq espèces de mollusques, onze espèces de polyzoaires et trois espèces d'échinodermes, formes caractéristiques du Crag corallin.

(1) On a cependant trouvé dans l'Amstelien quelques espèces typiques de ces couches anciennes, telles que *Pecten Gerardii, Nucula lævigata, Cardita orbicularis, Fusus consocialis et Chemnitzia densicostata*, mais seulement dans la partie inférieure.

B. Dans les couches, selon moi, scaldisiennes.

Anomia ephippium, Linn.
Pecten opercularis, Linn.
» *similis*, Laskey
» *ventilabrum*, Goldf.
Mytilus edulis, Linn.
Cardita chamæformis, Leathes
» *scalaris*, Leathes
» *orbicularis*, Leathes
Astarte Galeottii, Nyst
» *Omalii*, de Laj.
Woodia digitaria, Linn.
Cyprina islandica, Linn.
Venus ovata, Penn.
Mactra deaurata, Turt.
Corbula gibba, Olivi
Dentalium entalis, Linn.
Turritella terebra, Linn.
» *incrassata*, Sow.
Fusus gracilis, Da Costa
» *contrarius*, Linn.
» *alveolatus*, Sow.
Nassa reticosa, Sow.

Tellina compressa, *Natica helicina*, *Nassa elegans*, *Fusus antiquus* (dextre) et *Nucula Cobboldiæ*, formes du Crag rouge ou du Scaldisien, mais non du Crag corallin, sont trouvées dans cet horizon ; sauf une exception ; les espèces contenues dans cette liste sont toutes représentées, soit dans le Scaldisien, soit dans le Crag de Walton.

C. Dans les couches, selon moi, amsteliennes.

Anomia ephippium, Linn.
Pecten opercularis, Linn.
» *ventilabrum*, Goldf.
Mytilus edulis, Linn.
Nucula Cobboldiæ, Sow.
» *lævigata*, Sow.
Leda lanceolata, Sow.
» *myalis*, Wood
Cardium edule, Linn.
» *subturgidum*, D'Orb.
» *grœnlandicum*, Chem.
Lucina divaricata, Linn.
Cyprina islandica, Linn.
Venus ovata, Penn.
Donax vittatus, Da Costa
Tellina obliqua, Sow.
» *prætenuis*, Leathes
Semele alba, Wood
Mactra solida, Linn.
» *deaurata*, Turt.
» *subtruncata*, Linn.
Mya arenaria, Linn.
» *truncata*, Linn.
» *Binghami*, Turt.
Corbula gibba, Olivi
Turritella terebra, Linn.
Littorina littorea, Linn.
Ringicula ventricosa, Sow.

Sauf quelques exceptions, ces espèces sont parmi les plus abondantes et les plus caractéristiques des horizons supérieurs du Crag

anglais. De plus, les espèces suivantes ont été trouvées dans l'Amstelien, quoiqu'en petites quantités : *Leda minuta*, *Natica clausa*, et *Fusus scalariformis*, coquilles arctiques et *Scrobicularia piperata*, forme du Crag supérieur d'Angleterre.

Les fossiles désignés dans la liste A sont évidemment diestiens, tandis que la liste B contient le même mélange de formes coralliennes et de formes du Crag rouge, caractéristique de la couche de Walton, avec laquelle elle a plus de rapport qu'aucun autre horizon du Crag.

Il y a une différence très accentuée entre les listes B et C. La première contient quatre coquilles méridionales typiques, et seulement une coquille exclusivement boréale (trouvée aussi à Walton) ; l'autre contient deux coquilles méridionales (espèces aussi du Crag supérieur), et quatre formes boréales, dont deux sont arctiques. La faune de la liste C présente un facies plus récent, ressemblant au Crag rouge de Butley, non seulement à cause des coquilles boréales présentes, mais aussi à cause de l'absence de beaucoup d'espèces types de Walton. Personne au courant du Crag anglais ne considérerait cette liste de mollusques (liste C) comme typique de la zone de Walton, et elle ne ressemble aucunement à la faune typique scaldisienne.

L'analyse suivante de toutes les espèces de mollusques trouvées à Walton, dans le Scaldisien et dans le Poederlien de la Belgique, et dans l'Amstelien de la Hollande, indiquera une grande ressemblance entre les trois premières, ainsi qu'une grande différence entre elles et celles de l'Amstelien.

	Non connus vivants.	Trouvés dans le Crag corallin ou diestien.	Formes méridionales.	Formes boréales.
Walton	35 %	70 %	22 %	6.5 %
Scaldisien	37 %	75 %	21 %	2.8 %
Poederlien	42 %	73 %	17 %	4.6 %
Amstelien	30 %	63 %	7,9 %	11,3 %

Cette différence entre les trois premières et la dernière serait encore plus notable si l'on se tenait seulement à l'examen, dans chaque cas, des espèces les plus abondantes.

Parmi les nombreux affleurements du Crag, tant en Angleterre que sur le continent, il peut se présenter des dépôts caractéristiques d'une partie quelconque de l'époque pliocène supérieure, et pourtant on ne peut pas dire qu'une couche fossilifère située à tel endroit, soit exactement analogue à une autre couche située ailleurs, et il n'est pas toujours

possible de déterminer l'ordre exact de la superposition des différents dépôts; mais quand on compare des horizons anglais, tels que les Crags de Walton et de Butley, la distinction apparaît clairement. Or, il existe la même différence entre les dépôts scaldisiens de la Belgique, et ceux pour lesquels je propose le nom d'Amstelien. On peut dire, en envisageant la question largement, que les couches du Crag supérieur de l'Angleterre se présentent dans l'ordre suivant: Walton, Sutton, Butley et Norwich. Il n'est pas possible de dire avec exactitude qu'une zone belge ou hollandaise soit précisément analogue à une partie quelconque du Crag anglais, mais la faune du Scaldisien et du Poederlien ressemble plus à celle des couches de Walton, tandis que celle de l'Amstelien montre plus d'affinités avec celle de Sutton ou de Butley.

Les tableaux suivants, contenant les noms de toutes les espèces connues actuellement appartenant aux couches pliocènes de la Hollande, sont arrangés de manière à montrer au premier coup d'œil que l'Amstelien ressemble plutôt au Crag supérieur qu'au Scaldisien ou qu'à la couche de Walton. Deux listes sont données : la première contenant les espèces trouvées dans l'Amstelien, la présence de quelques-unes d'elles dans les couches inférieures étant aussi marquée ; et la deuxième contenant les espèces qui sont limitées aux couches inférieures. Les formes les plus abondantes sont indiquées par une croix en caractère **gras**; celles qui paraissent surtout indiquer l'Amstelien portent l'indice A. On verra que la plupart de ces formes sont abondantes, et qu'elles sont communes aussi au Crag supérieur, tandis qu'elles sont ou absentes de la couche de Walton, ou bien qu'on ne les y trouve qu'en très petit nombre.

Faune des dépôts Pliocènes des Pays-Bas.

N. = Norwich Crag seulement. A. = Arctique.

Tableau I. **Faune de l'Amstelien.** Echinodermes.	Références. Synonymies. Forbes's « Crag Echinodermata. »	Eteinte.	Septentrional	Méridional.	Amstelien.	Red Crag.	Scaldisien, Pays-Bas.	Scaldis., Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique.	Coralline Crag.
Echinus Lamarckii, Forbes	. . . .	...	...	...	+	...	+	...	...	+	...	+
„ *Lyellii*, Forbes	. . . .	...	...	...	+	...	+	...	...	+	...	+
Echinocyamus pusillus, Müll.	. . . .	...	+	...	+	+	+	...	+	...	...	...
Echinocardium cordatum, Penn.	*Amphidetus cordatus.*	...	...	...	+	+	+	...	+	+	...	+
Polyzoaires.	Busk's " Crag Polyzoa. „											
Salicornaria sinuosa, Hass.	. . . .	...	...	...	+	...	+	...	+	+	+	+
Hippothoa abstersa, Wood	. . . .	...	...	...	+	+	...	...	+	...	...	+
Membranipora tuberculata, Bosc.	. . . .	...	...	...	+	+	...	...	+	...	+	+
Biflustra delicatula, Busk	. . . .	...	...	...	+	...	...	...	...	+	+	+
Diastopora meandrina, Wood	*Mesenteropora.*	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+
Entalophora subverticillata, Busk	*Pustulopora.*	...	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+
Hornera frondiculata, Lamour.	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+
Salicornaria crassa, Wood	. . . .	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+	+
Membranipora trifolium, Wood	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+
Lepralia innominata, Couch	. . . .	...	...	...	...	...	...	+	...	+	+	+
Eschara monilifera, M.-Ed.	. . . .	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+	+
„ *porosa*. M.-Ed.	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+
Melicerita Charlesworthii, M.-Ed.	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+
Retepora simplex, Busk	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+
Cupularia denticulata, Cour.	. . . .	...	...	...	...	...	+	+	+	+	+	+
Cellepora coronopus, Wood	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+	+
„ *pumicosa*, Linn.	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+	...
Lunulites conica, Defr.	. . . .	...	...	...	...	+	...	+	+	+	+	+
Mollusques terrestres et d'eau douce.						Norwich Crag.						
Pisidium amnicum, Müll.	A.	...	...	...	+	+						
Paludina lenta, Brand	A.	...	...	...	+	+						
Hydrobia similis, Drap.	A.	...	...	...	+	...						
Planorbis vortex, Linn.	A.	...	...	...	+	...						

Tableau I *(suite.)* **Faune de l'Amstelien.** MOLLUSQUES terrestres et d'eau douce.	RÉFÉRENCES. SYNONYMIES.	Eteinte.	Septentrional.	Méridional.	Amstelien.	Norwich Crag.	Scaldisien, Pays Bas.	Scaldis., Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique	Coralline Crag.
Succinea elegans, Riss.	A.	...	...	...	+	...						
Zonites cf. *cellarius*, Müll.	A.	...	...	...	+	...						
„ sp.	A.	...	...	...	+	...						
Helix cf. *pulchella*, Müll.	A.	...	...	...	+	+						
„ *pygmea*, Drap.	A.	...	...	...	+	...						
Pupa muscorum, Müll.	A.	...	...	...	+	+						
Clausilia pliocena, Wood	A.	...	...	...	+	...						
MOLLUSQUES MARINS. Brachiopodes.	Wood's " Crag Mollusca. „					Red Crag						
Argiope cistellula, Wood	. . . .	...	...	+	...	...	...	...	...	+	...	+
Terebratula grandis, Blum.	. . . .	+	...	...	...	+	...	...	+	+	+	+
„ *caput-serpentis*, Linn.	. . . .	...	...	...	...	...	...	...	...	+	...	+
Pélécypodes.												
Anomia ephippium, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
Pecten opercularis, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
„ *ventilabrum*, Goldf.	*P. dubius*, Broc.	+	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
„ *Gerardii*, Nyst	. . . .	+	...	...	+	...	...	+	...	+	+	+
Mytilus edulis, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	+	...	...
Nucula Cobboldiæ, Sow.	A.	+	...	...	+	+	+	...	1 sp.	...	...	...
„ *lævigata*, Sow.	. . . .	+	...	...	+	+	...	+	+	+	+	+
„ *tenuis*, Mont.	. . . .	...	+	...	+	+	...	+	+	...	...	+
Pectunculus glycimeris, Linn.	. . . .	...	...	...	?	+	+	+	+	+	+	+
Leda lanceolata, Sow.	A.	...	a.	...	+	+	...	...	...	...	...	...
„ *myalis*, Wood	A.	...	+	...	+	+	...	...	...	...	...	...
„ *minuta*, Mont.	A.	...	a.	...	+	+	...	...	...	...	...	...
Lucina borealis, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
„ *arcuata*, Mont.	A.	...	...	+	+	+	...	...	...	...	...	...
Cardita orbicularis, Leathes	*Loripes divaricatus*, Linn.	+	...	...	+	?	+	+	+	+	+	+
Cardium edule, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	+	...	+
„ *grœnlandicum*, Chem.	A.	...	a.	...	+	+	...	...	...	...	...	...
„ *decorticatum*, Wood	. . . .	+	...	...	+	+	+	+	+	...	+	+
„ *subturgidum*, d'Orb.	. . . .	+	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...
„ *nodosum*, Mont.	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	+	...	+	+
„ *fasciatum*, Mont.	. . . .	...	...	...	+	+	+	...	+	+	...	+
Astarte Galeottii, Nyst	. . . .	+	...	...	+	+	+	...	+	+	+	+
Cyprina islandica, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
„ *rustica*, Sow.	. . . .	+	...	...	+	+	+	+	+	...	+	+
Venus ovata, Penn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
Dosinia lincta, Pult.	*(Artemis)*	...	...	...	+	+	...	+	+	...	+	+
Donax vittatus, Da Costa	A.	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...
Tellina Benedenii, Nyst	. . . .	+	...	...	+	+	+	+	1 sp.	+	+	...

Tableau I *(suite).* **Faune de l'Amstelien.**	Références. Synonymies. Wood's " Crag Mollusca. "	Eteinte.	Septentrional.	Méridional.	Amstelien.	Red Crag.	Scaldisien, Pays-Bas.	Scaldis., Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique.	Coralline Crag.
Pélécypodes *(suite).*												
Tellina obliqua, Sow.	A.	+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" *prætenuis*, Leathes		+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	...
Semele alba, Wood	*(Abra)*	...	...	...	+	+	...	+	+	...	...	+
" *fabalis*, Wood	"	+	...	...	+	...	...	...	+	...	...	...
" *prismatica*, Mont.	"	...	...	...	+	N.	+	+	+	...	+	+
Scrobicularia piperata, Bellardi	A.	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...
Solen siliqua, Linn.		...	...	...	+	+	...	+	...	...	...	...
Ensis ensis, Linn.	*(Solen)*	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
Glycimeris angusta, Nyst	. . . .	+	...	...	+	+	+	+	+	...	+	+
Thracia inflata, Sow.	. . . .	+	...	...	+	?	...	...	...	...	+	+
" *papyracea*, Poli	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	...	...	...	+
Mactra deaurata, Turt.	. . . .	...	+	...	+	+	+	+	+	+	...	...
" *solida*, Linn.		...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
" *stultorum*, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	...	...	+	...	...	+
" *subtruncata*, Mont.	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	+	+	...	...
Mya arenaria, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	+	...	...	...
" *Binghami*, Turt.	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	+	...	+	+
" *truncata*, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	+	...	+	+
Saxicava rugosa, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	+	...	+	+
Corbula gibba, Olivi	*C. striata*, W. et B.	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+
" *contracta*, Say.	. . . .	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...
Gastéropodes.												
Turritella terebra, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	...	+	+	...	...
Calyptræa sinensis, Linn.	. . . .	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natica Alderi, Forbes	. . . .	...	...	...	+	+	+	...	...	+	...	+
" *clausa*, Sow.	A.	...	+	...	+	+	...	...	+	...	...	...
" *helicina*, Broc.	. . . .	+	...	..	+	...	+	?	+	+	...	+
" *millepunctata*, Lam.	. . . .	...	...	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hydrobia ulvæ, Penn.	A.	...	...	...	+	+	...	...	+	...	...	...
Paludestrina terebellata, Nyst	*(Eulimene)*	+	...	...	+	+	...	+	+	...	...	...
Littorina littorea, Linn.	A.	...	...	...	+	+	...	...	...	...	...	...
Rissoa reticulata, Mont.	. . . .	...	...	...	+	...	...	...	+	...	...	+
Chemnitzia densicostata, Phil.	. . . .	...	...	+	+	...	...	...	+	...	...	+
" *elegantissima*, Mont.	*C. elegantior* Wood.	+	...	...	+	+	...	+	+	...	+	+
" *indistincta*, Mont.	. . . .	...	...	...	+	...	...	...	+	...	...	+
" *similis*, Wood	. . . .	+	...	...	?	...	...	+	...	...	+	+
Cassidaria bicatenata, Sow.	. . . .	+	...	...	+	+	...	+	+	...	+	+
Buccinum undatum, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	+	+	+	...	...	+
Nassa reticosa, Sow.	. . . .	+	...	...	+	+	+	+	+	+	+	...
Purpura lapillus, Linn.	. . . .	...	...	...	+	+	...	+	+	...	...	...
Fusus elegans, Charl.	*(Trophon)*	+	...	...	+	+	...	+	...	...	...	1 sp.
" *gracilis*, D. et C.	. . . .	...	+	...	+	+	+	+	+	+	+	+
" *consocialis*, Wood	. . . .	+	...	...	+	+	...	...	+	...	+	+

Tableau I *(suite)*. Faune de l'Amstelien	Références. Synonymies. Wood's " Crag Mollusca. "	Eteinte.	Septentrional.	Méridional.	Amstelien.	Red Crag.	Scaldisien, Pays-Bas.	Scaldis., Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique.	Coralline Crag.
Gastéropodes *(suite)*.												
Fusus scalariformis, Gould	A.	...	a.	...	+	+	...	...	+	...	...	...
Ringicula ventricosa, Sow.	.....	...	...	+	+	+	...	+	+	...	...	+
Pleurotoma clathrata, M. de S.	.....	...	...	+	+	...	...	...	...	...	..	+
" *turricula*, Mont.	.....	...	+	...	+	+	...	...	+	...	...	...
Cancellaria, sp.	.....	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...

Tableau II. Faune des couches inférieures à l'Amstelien.

Pélécypodes.												
Ostrea edulis, Linn.	.....	...	...	...	...	+	+	+	+	...	...	...
Pecten similis, Laskey	.....	...	...	...	...	...	+	...	...	+	...	+
" *septemradiatus*, Müll.	*P. Danicus*, Chem.	...	...	...	...	+	...	...	...	+	...	...
Lima subauriculata, Mont.	.....	...	...	...	...	...	+	+	...	+	+	+
Limopsis anomala, Eich.	*L. pygmæa*, Wood.	...	...	+	...	+	...	+	+	+	+	+
Nucula nucleus, Linn.	.....	...	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+
Yoldia semistriata, Wood	*(Leda)*	+	...	...	...	...	+	+	...	...	+	+
Cardita corbis, Phil.	.....	...	...	+	...	+	...	+	+	+	...	+
" *chamæformis*, Leathes	.....	+	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+
" *scalaris*, Leathes.	.....	...	...	+	...	+	+	+	+	+	+	+
" *senilis*, Lam.	.....	...	...	+	...	+	...	...	+	+	+	+
Astarte Basterotii, de Laj.	.....	+	...	...	...	+	+	+	+	...	+	+
" *corbuloides*, de Laj.	.....	+	...	...	...	...	+	+	...	+	+	...
" *mutabilis*, Wood	.....	+	...	...	...	+	...	+	...	+	+	+
" *Omalii*, de Laj.	.....	+	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+
" *triangularis*, Mont.	.....	...	...	+	...	+	+	+	+	+	...	+
" *pygmæa*, Münst.	.....	+	...	...	...	...	...	+	...	+	...	+
Woodia digitaria, Linn.	.....	...	...	+	...	+	+	+	+	+	+	+
" *excurrens*, Wood	.....	+	...	...	...	...	...	...	...	+	+	+
Diplodonta cf. *rotundata*, Mont.	.....	...	...	+	...	+	+	+	...	...	...	+
Tapes pullastra, Mont.	.....	...	...	...	...	+	+	...	+	+	...	...
Tellina compressa, Broc.	.....	...	...	+	...	+	+	+	...	+	+	+
Psammobia ferröensis, Chem.	.....	...	...	...	...	+	+	+	+	...	+	+
" *vespertina*, Chem.	.....	...	...	...	...	...	+	+	...	+	...	+
Thracia pubescens, Pult.	.....	...	...	+	...	+	+	+	...	...	...	+
Scaphopodes.												
Dentalium cf. *dentalis*, Linn.	.....	...	...	+	...	+	...	+	+	+	+	+
" *entalis*, Linn.	.....	...	...	...	...	+	+	+	...	+	+	+

Tableau II *(suite).* **Faune des couches inférieures à l'Amstelien.**	Références Synonymies. Wood's " Crag Mollusca. "	Eteinte.	Septentrional.	Méridional.	Amstelien.	Red Crag.	Scaldisien, Pays-Bas.	Scaldis., Poed., Belg.	Walton Crag.	Diestien, Pays-Bas.	Diestien, Belgique.	Coralline Crag.
Gastéropodes.												
Emarginula fissura, Linn.	. . . .	...	...	...	...	+	...	+	+	+	...	+
Trochus cineroides, Wood	. . . .	+	...	...	...	+	...	...	+	+	...	...
„ cf. *zizyphinus*, Linn.	. . . .	...	...	...	...	+	...	+	+	+	+	+
Scalaria clathratula, Adams	. . . .	...	...	...	...	+	...	+	...	+	+	+
Turritella incrassata, Sow.	. . . .	...	...	+	...	+	+	+	+	+	+	+
„ *turris*, Bast.	*T. tripliicata*, Broc.	...	...	+	...	...	...	...	...	+	+	+
Vermetus intortus, Lam.	. . . .	...	...	+	...	+	+	+	+	+	+	+
Capulus ungaricus, Linn.	. . . .	...	...	...	...	+	...	+	+	+	+	+
„ *recurvatus*, Wood	. . . .	...	...	...	...	+	...	...	+	+	...	+
Natica hemiclausa, Sow.	. . . .	+	...	...	...	+	+	?	+	...	+	+
„ *Sowerbyii*, Nyst	*N. catenoides*, Wood	+	...	...	...	+	+	+	+	+	...	+
Rissoa cf. *semicostata*, Woodw.	*R. curticostata*, Wood	...	...	+	...	+	+	...	+	+	...	+
„ *zetlandica*, Mont.	. . . .	...	...	...	...	+	...	...	+	+	...	+
Aporrhais pes-pelecani, Linn.	. . . .	...	...	...	...	+	...	+	+	+	+	+
Buccinum Dalei, Sow.	. . . .	...	+	...	...	+	+	+	+	...	+	+
Nassa elegans, Leathes	. . . .	+	...	...	...	+	+	+	+	+	...	...
Purpura tetragona, Sow.	. . . .	+	...	...	...	+	+	+	+	...	...	...
Fusus alveolatus, Sow.	*(Trophon)*	+	...	...	...	+	+	+	+	+	+	+
„ *antiquus*, Linn.	„	...	+	...	...	+	+	+	+	...	...	...
„ *contrarius*, Linn.	„	...	...	+	...	+	+	+	+	...	...	...
Pleurotoma cancellata, Sow.	. . . .	...	...	...	...	...	+	...	+	+	...	+
„ *costata*, Da Costa	. . . .	...	...	...	...	+	+	+	+	...	...	+
Ringicula buccinea, Sow.	. . . .	...	...	+	...	+	...	+	+	+	+	+
Bulla umbilicata, Mont.	*B. conuloidea*, Wood	...	...	+	...	...	...	+	...	+	+	+

On trouve dans l'Amstelien quelques espèces communes dans une zone de Pliocène anglais plus récente que le Red Crag, c'est-à-dire dans le Norwich Crag, mais les formes les plus typiques de ces dépôts : *Astarte borealis* et *Tellina lata (calcarea)*, ne sont pas présentes. La liste des espèces de l'Amstelien est néanmoins incomplète, et il pourra se faire qu'on trouve ces mollusques dans de futurs forages.

En même temps, les espèces ci-dessous, typiques du Diestien ou du Crag corallin, se trouvent dans la partie inférieure et médiane de l'Amstelien, mais non pas dans le Crag de Norwich.

Pecten ventilabrum.
» *Gerardii.*
Nucula lævigata.
Cardita orbicularis.
Cardium decorticatum.
Astarte Galeottii.
Cyprina rustica.
Tellina Benedenii.
Glycimeris angusta.
Thracia inflata.
Natica millepunctata.
» *helicina.*
Chemnitzia densicostata.
» *elegantissima.*
» *indistincta.*
Cassidaria bicatenata.
Fusus consocialis.

L'absence de ces espèces dans le Norwich Crag me fait penser que les parties inférieures et médianes de l'Amstelien, ou moins, sont plus anciennes que cette formation, tandis que l'absence dans l'Amstelien de *Astarte borealis* et *Tellina lata,* formes caractérisées du Norwich Crag, paraît rendre douteux que cette zone du Crag anglais soit représentée par quelques parties des couches que l'on a rencontrées dans les forages des Pays-Bas.

DEUXIÈME PARTIE

Les conditions géographiques du terrain anglo-belge pendant les différentes périodes de l'époque pliocène.

Le bassin pliocène de l'Europe septentrionale a été affecté par un grand déplacement tectonique qui a soulevé la partie méridionale du pays, en Angleterre, jusqu'à une hauteur d'environ 190 mètres, et la région du nord de la France et de la Belgique à 60 à 160 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que vers le nord de la Hollande, une dépression analogue a eu lieu, qui a plus de 300 et peut-être même de 400 mètres à Amsterdam.

Ces mouvements de soulèvement et d'affaissement ont ceci en commun qu'ils n'étaient pas restreints à une période, mais qu'ils ont continué, quoique d'une façon intermittente, depuis l'époque pliocène jusque vers la fin de l'époque pléistocène. La partie centrale de ce territoire n'a pas été dérangée, mais il semble qu'elle ait formé le point central du mouvement, tandis que la dépression a augmenté progressivement vers le nord et que le soulèvement a été maximum au sud. La plupart de ces mouvements ont agi dans leur direction initiale avec un arrêt très accentué vers la fin de la période pliocène, et on peut voir par la coupe (fig. 1) que l'élévation totale de la couche de la mer pliocène au sud correspond approximativement à sa profondeur maximum au

nord. La perturbation maximum selon nos données paraît avoir pris une direction du sud-ouest au nord-est, de la Manche jusqu'à la côte de la Hollande. Le terrain du Crag anglais a été affecté de la même manière (voir fig. 2), quoiqu'à un moindre degré; le mouvement paraît s'être éteint vers les côtés du bassin pliocène.

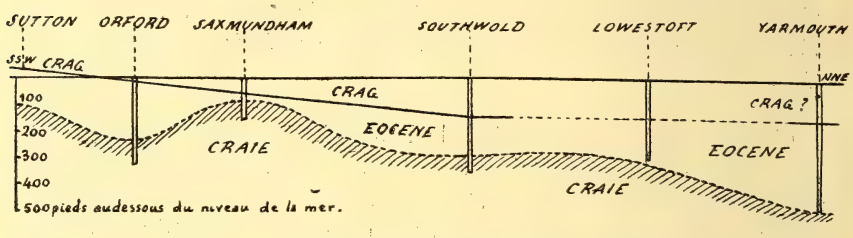


FIG. 2. — *Coupe entre Sutton et Yarmouth.*

La coupe (fig. 1) part de Cassel, petite ville au nord-est de la France, à environ 40 kilomètres au nord-ouest de Lille, et se dirige vers Amsterdam sur une distance d'environ 240 kilomètres. A Cassel, on a trouvé des couches diestiennes reposant sur des couches éocènes (Asschien), couronnant le sommet d'une colline s'élevant à près de 160 mètres au-dessus du niveau de la mer. De là, vers le nord-est, on trouve, à Ostende, des couches éocènes, couvertes par 33 mètres de dépôts récents et pléistocènes, ces derniers contenant *Cyrena fluminalis*, espèce méridionale d'eau douce, trouvée quelquefois dans le Crag supérieur de l'Angleterre, mais qui est très caractéristique de l'un des horizons postglaciaires anglais. Il n'y a pas de couches diestiennes à Ostende et aucun des sondages en Hollande n'a donné *Cyrena fluminalis* (1).

Chaque horizon des dépôts pliocènes hollandais augmente régulièrement en épaisseur dans la direction nord. Les couches diestiennes, qui ont 37 mètres de profondeur à Goes, ont plus de 96 mètres de profondeur à Utrecht, à 100 kilomètres vers le nord-est. Le Scaldisien augmente de 21 mètres à 32 mètres sur la même distance, tandis que l'Amstelien a 80 mètres à Utrecht et plus de 130 mètres à Amsterdam. A ce point, le plus septentrional des forages, cet accroissement ne donne aucun signe de diminution prochaine.

La dépression dans laquelle reposent les couches pliocènes de la

(1) M. Mourlon m'a dit que *Cyrena fluminalis* existe à tous les niveaux du Flandrien (Pléistocène supérieur) de la Belgique, les sondages ayant démontré que ces dépôts atteignaient à certains endroits une épaisseur de 45 mètres.

Hollande prend la forme d'un bassin peu profond, dont les bords s'élèvent vers l'ouest, l'est et le sud, soit vers l'Angleterre, l'Allemagne et la Belgique respectivement. Les deux coupes (fig. 3 et 1) d'ouest-est, et de sud-ouest à nord-est, le démontrent ; mais en traçant une troisième coupe du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire de Diest vers

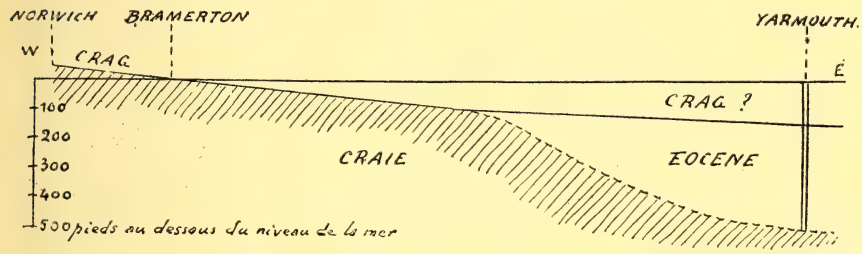


FIG. 3. — *Coupe de Norwich à Yarmouth.*

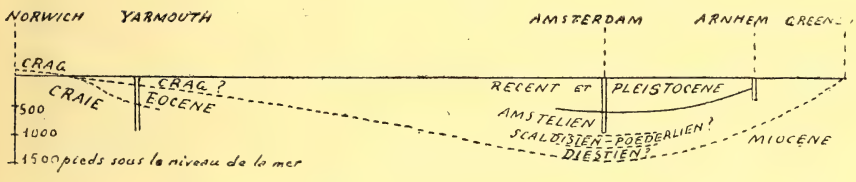


FIG. 4. — *Coupe de Norwich à Greenlo.*

Anvers, on verrait également, comme M. Van den Broeck l'a démontré, que les strates s'inclinent aussi dans cette direction, vers la partie la plus profonde du bassin (1). Naturellement, leur épaisseur est plus grande à cet endroit, mais nous n'avons aucun indice d'une origine en eau profonde; la présence dans l'Amstelien de coquilles telles que *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Donax vittatus*, *Mactra solida*, *Mya arenaria*, *Solen siliqua*, *Scrobicularia piperata*, *Purpura lapillus* et *Littorina littorea*, indiquent clairement le contraire. Il ne s'agit pas ici d'un cas où le sédiment a rempli une profonde dépression préexistante, mais d'un cas où le fond d'une mer peu profonde s'est affaissé, *pari passu*, avec l'amoncellement des sédiments y apportés.

Le dit mouvement de soulèvement et d'affaissement a fait reculer le

(1) En établissant ces coupes, j'ai été aussi surpris qu'intéressé de voir l'exactitude avec laquelle les détails des divers forages s'accordaient entre eux, et correspondaient aux vues exposées dans cet article.

bord mériodinal de la mer pliocène de temps en temps vers le nord, comme l'indique la carte.

Commençant par les dépôts pliocènes inférieurs, nous voyons que les couches de Lenham sont réunies aux sables de Diest, comme MM. Van den Broeck et Reid l'ont démontré, par une série de *contours* qui, selon M. Van den Broeck, représentent approximativement les limites sud de la mer diestienne. M. Dollfus maintient que cette mer était close vers le sud, mais la ressemblance marquée, à laquelle j'ai déjà fait allusion, entre la faune malacologique du Crag corallin et la formation diestienne et celle de la région méditerranéenne d'aujourd'hui, ainsi que ses facies distinctement méridionaux, me portent à insister sur l'hypothèse qu'il existait durant la période en question, une communication directe entre le bassin anglo-hollandais et l'Atlantique. Si le tracé de Louvain à Lenham, indiqué par cette chaîne de dépôts, formait la limite continue de la mer diestienne, il se peut qu'elle ait été unie au sud-ouest par un détroit sur une partie des comtés méridionaux de l'Angleterre. Que la mer diestienne et du Crag corallin fût barrée ou non vers le nord, c'est une question à résoudre, mais l'absence presque complète de coquilles boréales dans ces formations porterait à croire à une barrière. Si cela est, le mouvement combiné d'élévation et de dépression qui a suivi le dépôt du Pliocène inférieur a probablement créé un autre barrage terrestre, c'est-à-dire au sud, qui a obstrué l'accès des courants chauds, tandis qu'une communication avec les mers septentrionales a été ouverte, et il se peut que cela fût une des causes du changement graduel dans les facies de la faune malacologique typique des couches du Pliocène supérieur. M. Van den Broeck a démontré que pendant le dépôt du Scaldisien, qui est une formation « tout entière côtière et littorale », comme il le dit, la limite méridionale de la mer pliocène était située à environ 40 kilomètres au nord de celle de la période diestienne, et il paraît qu'avant l'époque amstelienne la mer s'est retirée complétement de la Belgique, aucune trace de faune boréale des dépôts supérieurs de la Hollande n'ayant été trouvée parmi les couches tertiaires de la Belgique. Les mouvements combinés de soulèvement et de dépression, auxquels ces faits sont dus, ont affecté le dépôt du Crag de l'Angleterre orientale de la même manière, et nous trouvons par conséquent que les différents dépôts du Pliocène supérieur de l'Angleterre, savoir ceux de Walton, de Sutton, de Butley et de Norwich, occupent des positions successives de plus en plus septentrionales. La carte montre ce que je considère comme ayant pu être la répartition des mers et des terres pendant les périodes diestiennes, scaldisiennes et

amsteliennes. Il est intéressant de noter que les limites supposées des dépôts hollando-belges déterminées par des raisonnements indépendants s'accordent parfaitement. Dans ce cas, les témoignages paléontologiques et physiques sont strictement d'accord.

Comme je l'ai déjà dit, il n'est pas probable que les forages hollandais contiennent un équivalent du Crag de Norwich, ou des autres dépôts de Pliocène supérieur d'Angleterre, et il paraît que le territoire hollandais, au moins jusqu'à la latitude d'Amsterdam, est devenu terre vers la fin de la période amstelienne, restant émergée jusqu'à la fin de l'époque quaternaire. Cependant on n'a pas fait de profonds forages au nord d'Amsterdam, et il se peut qu'on découvre à l'avenir des couches analogues aux dépôts du Crag supérieur dans cette direction.

Des affleurements de l'époque du Crag de Norwich existent en Angleterre, de Chillesford, en Suffolk, jusqu'à Burgh, petit village à 15 kilomètres au nord de Norwich. Malgré la continuité probable de ces couches, tout au moins sur la partie méridionale de ce territoire, elles sont généralement couvertes par des dépôts glaciaires d'une épaisseur considérable, et on ne les rencontre que le long des vallées riveraines, où la dénudation a remanié les couches supérieures. Elles sont principalement composées de sable fin, de temps en temps avec des veines d'argile ou de petits cailloux et contenant une quantité de coquilles *entassées* et plus ou moins brisées, pour la plupart des espèces marines, mais quelquefois aussi des exemplaires d'espèces terrestres et d'eau douce.

Selon nous, le Crag de Norwich fut déposé à l'embouchure d'un estuaire ou dans une baie peu profonde, près de la bouche d'un fleuve. Le facies général de sa faune malacologique est décidément boréal, et quelques-unes des espèces ne se trouvent plus au sud du cercle arctique; néanmoins, sa présence, jointe à celles du *Cyrena fluminalis*, une forme plus méridionale, qui existe actuellement dans le Nil, dans la Chine et l'Asie centrale, ainsi que le mica et les cailloux apparemment d'origine rhénane, paraissent démontrer que le fleuve qui se jetait dans la baie du Crag de Norwich venait du sud. La limite occidentale de la mer pliocène à cette époque peut être établie très approximativement, mais la limite orientale ne peut pas être définie.

Les sables du Crag de Norwich, criblés de coquilles, sont en certains endroits couverts de dépôts d'estuaires d'argile laminée, qui ne sont observables que le long d'une bande de terre comparativement étroite, de Walton au sud jusqu'à Mundesley sur la côte du nord du Norfolk. Cela semble indiquer une élévation du Norfolk, pendant laquelle la baie sablonneuse où s'est déposé le Crag de Norwich serait

devenue terre ; et ainsi un estuaire boueux — semblable à ceux que présentent de nos jours la Hollande et l'est de l'Angleterre mais plus grands—s'est établi dans l'Est de l'Angleterre. M. Sear les Wood et moi, nous croyions antérieurement que cet estuaire s'ouvrait vers le sud, mais je suis d'avis contraire maintenant. Le mica, qui forme le trait le plus caractéristique et le plus constant de ces dépôts, est assez commun dans les couches hollandaises, où il est amené par le Rhin et la Meuse, provenant des schistes et psammites devoniens et houillers qui se trouvent dans la région drainée par ces fleuves. Des cailloux de quartz blanc et d'autres roches, semblables à ceux des drifts rhénans et moséens de la Hollande, se trouvent parfois dans l'argile de Chillesford, comme du reste dans d'autres couches pliocènes de l'Angleterre orientale.

Quoique de ce temps-là la mer se fût retirée de la Hollande et de l'Angleterre orientale, le Rhin a dû continuer à se déverser dans la mer du Nord, et l'estuaire de l'argile de Chillesford a formé peut-être un des canaux par lequel le déversement s'est fait (1). Il ne paraît pas improbable que le Rhin se soit écarté vers le côté occidental du bassin pliocène, un affaissement léger du Suffolk ayant eu lieu à cette époque, qui porta les couches de Chillesford vers une région qui était terre ferme pendant le dépôt précédent du crag de Norwich.

Postérieurement à l'argile de Chillesford, il s'est déposé quelques couches fossilifères de sable et de gravier caillouteux, composées principalement de silex, mais qui contiennent, comme Sir J. Prestwich (2) l'a démontré, beaucoup de drift méridional. On les trouve à Weybourn, sur la côte de Norfolk, à Wroxham et à Belaugh dans la vallée de la Bure, à Crostwick et autre part près de Norwich. Ici on trouve pour la première fois, et en grande abondance, *Tellina balthica*, coquille inconnue dans les plus anciens dépôts du Pliocène supérieur. On doit particulièrement remarquer l'apparition soudaine de cette espèce en grande profusion à ce moment, ce qui semble indiquer le commencement de communication entre la mer du Nord et une région quelconque plus septentrionale, la Baltique peut-être, dans laquelle ce mollusque s'était déjà établi. S'il en est ainsi, c'est peut-être le résultat de la continuation de l'affaissement septentrional à laquelle on a déjà fait allusion.

Les dépôts où se trouve *Tellina balthica* ont été déjà décrits par M. Searles Wood et par moi, sous le nom de *Bure Valley beds*, et, avec quelques graviers non fossilifères, qui ont un développement consi.

(1) Chaque fois que le Rhin est mentionné dans cet article, il est bien entendu que ses affluents y sont compris, surtout la Meuse d'où une grande partie du drift méridional de la Hollande paraît être dérivé.

(2) *Op. cit.*, p. 477.

dérable en Norfolk et en Suffolk, ils sont indiqués sur notre carte de la région du Crag comme base de la formation glaciaire inférieure (1). Plus tard Sir J. Prestwich les nomma *Westleton shingle*.

Aucune couche analogue au crag de Weybourn et de la vallée de la Bure n'a été trouvée dans les sondages hollandais. *Tellina balthica* se trouve dans la partie supérieure, mais dans des couches considérées par le Dr Lorié comme post-glaciaires (2).

Le dépôt de ces couches a été suivi par la formation de ceux si admirablement décrits par M. Clement Reid, connus en général sous le nom peu heureux de « Forest Bed Series », mais qui, je pense, devraient être nommé plus à propos « The Cromer beds. »

Les couches de Cromer dont on a retiré tant de restes de grands mammifères ne sont visibles que le long de la côte et ne s'étendent pas à une grande distance dans le pays. Composées de dépôts d'estuaire, marins et d'eau douce, elles représentent une phase avancée de l'époque pliocène, pendant laquelle presque toute l'Angleterre orientale a surgi définitivement de la mer pliocène. Il est peut-être digne de remarque que la limite sud-ouest de l'étendue de ces couches est presque parallèle à celle de l'argile de Chillesford et il se peut que les conditions dans lesquelles leurs portions inférieures ont été déposées, aient été analogues. De la Hollande jusqu'au Norfolk, au moins, le bassin de la Mer du Nord fut transformé en terre, tandis qu'un estuaire occupait une position analogue à celle de l'argile de Chillesford, mais un peu plus à l'est. Le fleuve qui se jetait dans cet estuaire venait du sud, ainsi que celui de l'argile de Chillesford (3) et apportait non seulement des portions roulées et fragmentaires de squelettes et de dents de mammifères (surtout d'éléphants), ainsi que l'hippopotame, et d'autres formes caractéristiques d'un climat plus chaud que celui qui régnait en Angleterre pendant la période pliocène supérieure, mais il apportait aussi des coquilles méridionales : *Cyrena fluminalis*, *Hydrobia marginata* et *Lithoglyphus fuscus* (4). Des ossements de *Ovibos moschatus* et du

(1) *Paleontographical Society*, Supplement to the Crag Mollusca, 1872, London.

(2) Cette espèce est comprise dans la liste des fossiles d'Utrecht du Dr Lorié, mais M. Reid aussi bien que moi nous avons examiné les spécimens et nous pensons qu'il y a une erreur.

(3) Voir aussi Reid, *Mem. Geol. Survey Cromer*, p. 57. Ce fleuve devait passer sur l'une ou l'autre partie de la Hollande et on trouvera peut-être plus tard dans ce pays l'équivalent des couches à mammifères de la côte de Cromer.

(4) Il n'y a pas de squelettes intacts dans les couches de Cromer, mais seulement des dents ou des ossements désunis. Sauf quelques exceptions (dont une est considérée par M. Reid comme s'appliquant à une forme remaniée) les restes des plus grands mammifères sont limités à la partie d'estuaire de ces dépôts.

Carcajou : animaux à présent relégués aux latitudes boréales, sont aussi présents, ce qui indique peut-être plus précisément la température qui régnait alors en Norfolk. Beaucoup de souches d'arbres indigènes de la Grande Bretagne actuelle se retrouvent dans le soi-disant Forest-bed, mais ils ont tous probablement été amenés de loin et peut-être du sud (1).

Plus d'une fois pendant le dépôt des couches de Cromer, l'estuaire a été déplacé vers l'est, et les plaines basses, d'où l'eau salée s'est retirée, furent couverts par des dépôts fluviatiles, et occupés par une flore identique, selon M. Reid, à celle de l'est de l'Angleterre de nos jours. Encore une fois la mer s'est avancée vers la limite nord-est du Norfolk, laissant en se retirant des sables marins avec les restes des mollusques septentrionaux : *Leda myalis* et *Astarte borealis*. Ces sables furent à leur tour couverts de couches d'eau douce où l'on a trouvé des feuilles des formes arctiques : *Betula nana* et *Salix polaris ;* ce dépôt arctique, le dernier des couches pliocènes de l'Angleterre, formant une liaison entre la période pliocène et la période pleistocène.

Pendant la période pleistocène, un nouvel affaissement eut lieu en Hollande, affaissement presqu'aussi important que celui de l'époque pliocène, car l'Amstelien à Amsterdam est couvert de dépôts récents et quaternaires d'une épaisseur de 200 mètres. Le rapport des couches glaciaires des Pays-Bas à celles de l'Angleterre est une question aussi importante qu'elle est intéressante, mais que nous ne pouvons pas toucher dans cet article. Pourtant il faudra peut-être noter que des dépôts semblables au *Till* ou au *Contorted Drift* de Norfolk n'ont pas été trouvés dans les sondages ici décrits. A Drenthe, au nord-est du Zuyderzée, à l'île de Texel sur la côte, ainsi qu'à Urk, on trouve des couches de « till » dur que je n'ai pas vues, mais dont le Dr Lorié ne conteste pas le caractère glaciaire. S'étendant un peu plus au sud, à quelques lieues d'Utrecht, il y a des collines escarpées de sable et de gravier qui paraissent être la moraine terminale de la nappe de glace de la Scandinavie. Dans une tranchée profonde de chemin de fer, que j'ai visitée avec le Dr Lorié, on voyait des contournements ressemblant de beaucoup à ceux des falaises du Norfolk, et dans l'espace de quelques centaines de mètres une grande quantité de blocs erratiques de roches cristallins. Les limites sud-ouest du drift de la Scandinavie sont indiquées sur la carte de la planche VIII par une ligne pointillée.

Les nappes de glace qui ont couvert la Drenthe et les provinces de l'est de la Hollande provenaient de la Baltique, et non pas de la Nor-

(1) M. Reid a cependant trouvé des feuilles de chêne, etc., qui n'ont certainement pas été charriées, dans quelques-unes des couches d'eau douce de Cromer.

vège. Le Dr Lorié me dit que les blocs erratiques qu'on y trouve sont d'origine suédoise, et non pas d'origine norvégienne. Il ne paraît donc pas probable que les courants glaciaires scandinaves aient pénétré jusqu'à la côte hollandaise, sauf au nord, comme je l'ai déjà dit, les dépôts pleistocènes des forages d'Utrecht et d'Amsterdam étant composésde graviers et de sables stratifiés.

En faisant une reconstitution hypothétique des conditions physiques de l'ère pliocène dans l'Europe septentrionale nous trouvons trois traits bien distincts qui nous sautent aux yeux : le fleuve du Rhin, le bassin de la mer du Nord et le refroidissement graduel du climat qui, à partir des premiers temps du Pliocène supérieur, paraît annoncer l'approche de l'ère glaciaire.

On a souvent dit que la Hollande est l'ancien delta du Rhin, mais les forages indiquent que la formation de ce delta avait commencé dès l'époque diestienne. Pendant toute la période pliocène et même jusqu'à ce jour, les fleuves de l'Europe septentrionale ont continué à décharger et à amonceler leurs sédiments au fond de la mer du Nord, fond qui s'abaissa progressivement. Le bassin de la mer du Nord aussi, borné d'abord à l'est par les dépôts miocènes de l'Allemagne, au sud et à l'ouest par les roches tertiaires et crétacées de la Belgique et de l'Angleterre orientale, existait de même avant le dépôt du Diestien et du Crag corallin. Il a été affecté depuis par les grands mouvements d'affaissement et d'élévation, qui ont eu lieu pendant les périodes glaciaires et post-glaciaires. Quant aux changements de niveau qui ont eu lieu pendant l'époque glaciaire, les géologues ne sont pas d'accord, mais ces mouvements ont sans doute affecté la surface en question, et probablement la région de Scandinavie aussi, tandis que pendant l'époque post-glaciaire le bassin de la mer du Nord formait à un certain moment une vaste plaine, parcourue par des troupeaux d'éléphants, dont les ossements et les dents sont encore dragués par les pêcheurs de Norfolk. Pendant la sédimentation des couches pliocènes supérieures, ce bassin était rempli par les eaux d'une mer peu profonde dont les limites méridionales se sont déplacées, d'époque en époque, vers le nord. Sa position actuelle est presque identique à celle qu'elle occupait pendant la période scaldisienne, sauf qu'elle communique à présent avec le sud-ouest par la Manche et que les couches glaciaires du Norfolk et du Suffolk se sont accumulées près de sa limite occidentale, tandis que les sédiments apportés par le Rhin et les glaces scandinaves se sont accumulés sur sa limite orientale.

L'hypothèse d'un bassin permanent avec des lignes de côte à contours changeants paraît être d'accord avec tous les faits connus. Elle

offre une explication vraisemblable du caractère et de la disposition des différentes couches pliocènes de l'Angleterre, de la Belgique et de la Hollande, nous facilitant la disposition schématique de celles-ci comme membres d'une série continuelle et intimement liée. La côte occidentale du golfe du Pliocène supérieur ne s'est jamais étendue beaucoup au delà de la côte de l'Angleterre d'aujourd'hui : de là les couches d'eau peu profondes du Norfolk et du Suffolk, provenant à peu de distance de la côte, de temps en temps suivant le bord changeant de la mer, nous donnent des renseignements quant aux changements variés qui ont eu lieu dans la répartition des terres et des eaux. Les couches révélées par les forages hollandais, au contraire, ont été déposées plus loin de la côte, et dans un terrain affaissé, et pour cette raison, tout en ne jetant pas de lumière sur les conditions géographiques de la partie orientale du bassin, elles offrent une série verticale de couches représentant continuellement une partie considérable de l'époque pliocène. Il faut espérer que l'on obtiendra à l'avenir des résultats importants dans ce champ presque inexploré.

Les lignes que j'ai tracées pour démontrer la répartition probable des terres et des mers pendant les périodes successives de l'époque pliocène doivent être regardées comme simplement hypothétiques, mais si mes appréciations n'offrent pas de points d'appui solide et permanent, elles pourront néanmoins ouvrir la voie à des recherches plus complètes qui peut-être permettront de résoudre quelques-uns des problèmes de la géologie tertiaire supérieure de l'Europe septentrionale.

Je tiens, en terminant, à offrir mes remercîments les plus profonds à mes bons amis et honorés confrères : M. Ernest Vanden Broeck, et M. le Dr Lorié, qui m'ont donné toujours, et si gracieusement, tant d'informations à propos des couches de la Belgique et des Pays-Bas.

COMPTE RENDU

DE

L'EXCURSION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU LUXEMBOURG

DANS LES BASSINS MINIERS

D'ESCH ET DE PETANGE

PAR

MM. De Muyser et **Gérard**
Ingénieurs à Pétange

ET

V. Dormal
Secrétaire général de la Société

Le dimanche 7 juillet 1895, nous sommes partis d'Arlon vers 7 heures du matin, à une soixantaine, dont quinze dames ; arrivés à Athus, nous prenons place dans un train spécial que la Société du Prince-Henri avait mis à notre disposition et que M. Glodt, inspecteur chef de service, avait parfaitement organisé. Nous traversons une contrée à la fois pittoresque et industrielle pour nous arrêter un instant à Petange, où la Fanfare des Ateliers vient nous saluer au passage par la brabançonne. M. Lechien, président de la Société, remercie les Luxembourgeois de leur délicate attention. Notre train spécial se remet en marche et nous conduit directement au *fond de Gras*, commune de *Lamadelaine*.

Quelques explications sont données sur le terrain : le bassin minier est séparé en deux massifs principaux : 1° le bassin d'Esch-Rumelange, à l'Est, qui comprend 889 hectares de terrains concessibles (1) ; 2° le

(1) La loi de 1870 déclare concessibles les terrains où la couche rouge est recouverte d'un dépôt de plus de 24 mètres.

bassin de Belvaux-Differdange, qui comprend 1071 hectares de terrains concessibles, soit en tout pour les deux bassins 1960 hectares environ. C'est la vallée d'Alzette qui forme la limite entre les deux bassins.

Les dépôts de fer oolithique se prolongent en Lorraine, en France et en Belgique.

A Esch, la formation ferrugineuse atteint son maximum de développement ; les couches diminuent en épaisseur et disparaissent successivement vers le Sud ; ainsi on en exploite quatre à Esch, à Hayange à peine trois, à Moyeuvre deux et à Ars il n'en reste qu'une seule.

Les dépôts ferrugineux sont compris entre deux couches de marnes. Les marnes inférieures appartiennent à la partie supérieure du Toarcien et renferment *Harpoceras striatulum*, *Cerithium armatum* et *Astarte Voltzi*. Ces marnes constituent la base du Dogger pour les auteurs allemands. Les marnes supérieures appartiennent à l'horizon de l'*Harpoceras (Ludwigia) Murchisonæ* et indiquent sensiblement la limite entre la zone de l'*Harpoceras Murchisonæ* et celle de la *Sonninia Sowerbyi*.

Entre ces deux couches de marnes on rencontre des couches de limonite oolithique alternant avec des bancs stériles.

Il résulte des travaux de Branco, Hermite (publiés par Vélain), Bleicher, etc., que le minerai de fer, quoique formant pétrographiquement un tout homogène, doit être divisé en deux au point de vue de la paléontologie.

Il y a donc lieu de distinguer : 1° le minerai supérieur avec *H. Murchisonæ* et 2° le minerai inférieur avec *Gryphæa ferruginea* et *Trigonia navis*.

Dans la partie supérieure on rencontre plusieurs couches : 1° la couche sableuse, qui existe seulement dans le bassin d'Esch-Rumelange ; elle est assez pauvre en fer et est rarement exploitée.

A Audun-le-Tige,	elle renferme	26 %	de fer.
A Esch	»	22 %	»
A Rumelange	»	30 %	»
A Ottange	»	30 %	»

Elle renferme en outre de 20 à 22 % de silice et on y trouve une quantité de rognons variant de 1/4 à 3/4 de son volume. L'épaisseur de cette couche dépasse souvent 3 mètres.

2° La couche rouge est très constante dans le bassin ; elle se reconnaît à la présence de gros grains foncés, qui sont remplacés dans le bassin d'Esch par des rognons. L'épaisseur de cette couche varie de 3 à 4 mètres. Cette couche repose sur un banc dur bleuâtre renfermant de

vastes rognons, et pétris, par place, de *Gryphæa ferruginea* et de Bélemnites; ce banc est appelé par les ouvriers le *bleu* ou le *Garibaldi*. C'est ce banc, constant dans tout le bassin, que nous prenons comme limite entre le Toarcien et le Bajocien.

Dans la partie inférieure du minerai on trouve : 1° la couche grise ; 2° la couche brune ; 3° la couche noire.

La couche grise est la zone la plus constante; elle a son plus grand développement à Rodange et on peut la suivre jusque Ars. Cette couche présente les couleurs les plus variées.

La *couche brune* ($0^m.50$ à $3^m.50$) est riche, 34 à 42 % de fer, un peu siliceuse, 14 à 15 % de silice, et renferme de temps à autre quelques rognons. Elle donne des produits en blocs sans menu.

La *couche noire* a son plus grand développement à Esch ; elle est très friable et siliceuse; elle disparaît vers le Nord et l'Est.

Dans la partie supérieure du minerai on trouve les Ammonites suivantes :

Harpoceras Murchisonæ, Sow., sp.
» *opalinum*, Rein., sp.
» cft. *fluitans*, Dum., sp.
Amaltheus Fridericii, Branco.

Dans la partie inférieure :

Amaltheus Fridericii, Branco.
» *subserrodens*, Branco.
Hammatoceras Sieboldi, Opp.
» *subinsigne* (Opp.), Dum.
Harpoceras Aalense, Ziet., sp.
» *costula*, Rein., sp.
» *Lotharingicum*, Branco.
» *Leesbergi*, Branco.
» *mactra*, Dum.
» *opalinum*, Rein.
» *pseudoradiosum*, Branco.
» *radians*, Rein., sp.
» *subcomptum*, Branco, sp.
» *undulatum*, Stahl, sp.
» *subundulatum*, Branco, sp.
Lytoceras dilucidum (Opp.), Dumortier, sp.

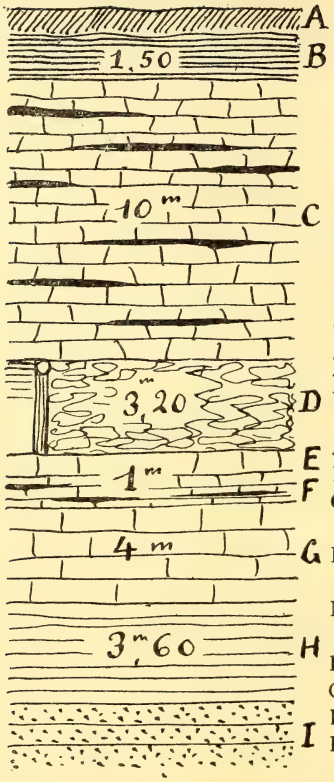


FIG. I.

COUPE DE FOND DE GRAAS

(Exploit. de MM. Collart.)

Au fond de Gras, nous visitons l'exploitation en galerie de MM. Collart. Le directeur, M. Koch, avait mis à notre disposition une brigade d'ouvriers avec un chef mineur. Jadis on exploitait à ciel ouvert et l'on peut encore relever la coupe suivante (fig. 1) :

A.	Terre végétale	0m.50
B.	Marnes grises supérieures	1. 50
C.	Calcaire stérile avec mines filets de mines	10. 00
D.	Couche rouge (galerie d'exploitation)	3. 30
E.	Calcaire bleu (Garibaldi) avec *Gryphæa ferruginea* et Bélemnites	0. 50
F.	Calcaire et minerai	0. 50
G.	Calcaire rocheux, stérile	4. 00
H.	Couche grise	3. 60
I.	Grès supraliasique	

Un grand nombre d'excursionnistes se sont avancés dans les galeries jusqu'au dépilage et ont constaté comment le toit de la galerie s'affaisse lentement et provoque la déformation des poteaux de 0.50 à 0.60 de diamètre.

L'exploitation d'une minière par galerie se fait de la manière suivante : On ouvre une galerie principale suivant l'inclinaison de la couche ; des deux côtés de la galerie principale on trace une série de galeries parallèles qui sont perpendiculaires à la première ; elles sont distantes de 20 mètres d'axe en axe. On les appelle galeries de traçage ou de roulage. Les galeries d'un côté viennent aboutir à mi-distance de deux galeries du côté opposé par rapport à la galerie principale. Les massifs entre les galeries de roulage sont recoupés par des chantiers d'abatage parallèles à la galerie principale et distants entre eux de 13m.33. Les deux premiers chantiers ne percent pas dans la galerie de roulage suivante, mais il reste au bout un pilier de sûreté de 4 mètres environ.

Les 3e, 6e et 9e chantiers font communiquer les galeries de roulage et forment alors des galeries d'abatage. Comme on peut le voir, on divise ainsi le gîte en massifs de 40 mètres de longueur sur 20 mètres de largeur, qui sont recoupés par des chantiers d'abatage, que l'on appelle aussi *recoupage*. Arrivé au bout du champ d'exploitation et les recoupages étant terminés, on procède au *dépilage*.

Pour cela on pratique des tailles, perpendiculaires aux chantiers. Ces tailles ont 6 mètres de large et plus, suivant la solidité des roches encaissantes. La couche de mine est ainsi divisée en trois systèmes de piliers; on exploite successivement les piliers des deux premiers systèmes et le dernier de ces piliers n'est pas exploité, ce qui représentent 7 % de perte pour la mine rouge, 9 % pour la mine grise et 12 % pour la mine brune, qui est plus friable.

Du fond de Gras on est allé étudier une exploitation à ciel ouvert, le « Printzenberg », située sur le territoire de la commune de Petange. Cette minière, qui appratient aux hauts fourneaux d'Athus, comprend un ensemble de 79 hectares ; la moitié, à peu près, est actuellement exploitée,

L'exploitation (fig. II) se fait par gradins. On enlève à pic toutes les roches qui surmontent la couche rouge, on exploite celle-ci ; puis on enlève de nouveau à pic les roches stériles situées entre les deux couches, puis on exploite la couche grise.

Voir ci-contre la coupe relevée dans l'exploitation (fig. II) :

Un puits de sondage exécuté il y a quelques années a percé le grès supraliasique (K) et les marnes, sans rencontrer la couche noire.

La couche rouge est le plus souvent composée de lits de minerais obliques au plan de stratification générale, présentant des variations assez fréquentes sur une faible étendue ; le minerai est en masse compacte, intimement lié au calcaire avec lequel il semble former un tout.

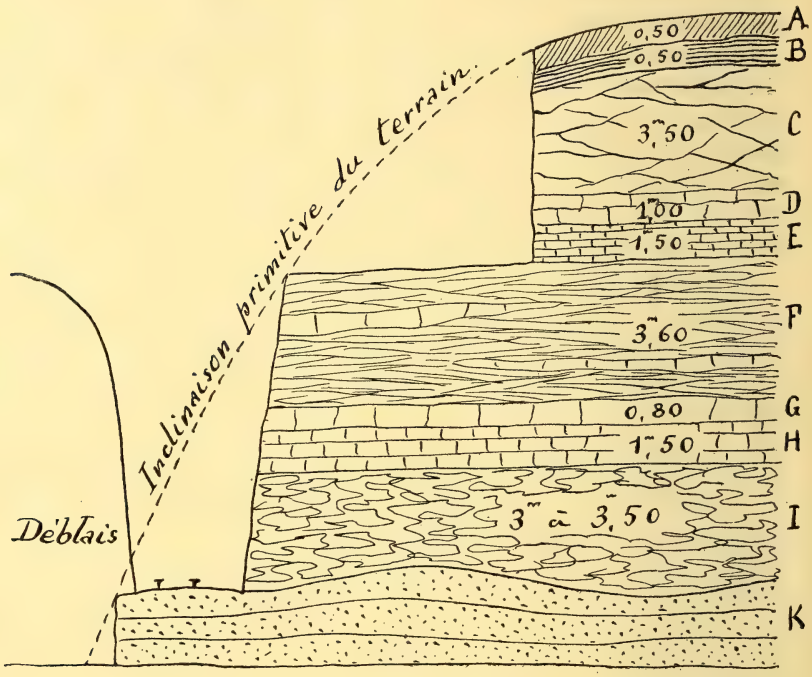
La couche grise renferme de nombreux rognons calcareux et de nombreuses veines hématiteuses très riches en fer ; en certains points elle prend une teinte jaune, et cette teinte est tellement prononcée à Ottange, Dudelange et Audum-le-Tiche qu'on la désigne sous le nom de couche jaune. Elle contient en moyenne 37.50 % de fer.

Du Printzenberg nous redescendons par un plan incliné à Petange, où les ingénieurs de la localité ont offert un lunch exquis aux excursionnistes.

Nous nous rendons ensuite à Audun-le-Tiche (Alsace-Lorraine) pour visiter les carrières de pierres de taille. En sortant du village d'Audun nous trouvons des calcaires marneux et ferrugineux, à

entroques, épais de 20 mètres environ et qui constituent la zone à *Am. Sowerbyi*.

FIG. II. — *Exploitation, à ciel ouvert, du Printzenberg.*



A.	Terre végétale	0m.50
B.	Marnes grises supérieures	0. 50
C.	Calcaire ferrugineux avec veines de mine rouge. (Les morceaux qui sont plus riches en fer sont triés pour être employés comme fondant) (1).	3. 50
D.	Calcaire de construction	1. 00
E.	Calcaire schisteux et ferrugineux : le « *fond* » des ouvriers	1. 50
F.	Couche rouge	3. 60
G.	Calcaire bleu, à rognons ferrugineux, pétris de *Gryphæa ferruginea* (Garibaldi)	0. 80
H.	Calcaire ferrugineux avec veines de mine friable	1. 50
I.	Couche grise	3m à 3. 50

(1) Calcaire ferrugineux : analyse :

Silice	8.43
Chaux	33
Fer	18

Les veines :

Fer	37 à 38 %

Plus haut les carrières sont ouvertes dans la zone à *Am. Humphriesianus*.

On y exploite les couches suivantes :

Pierres de taille.	5 mètres
Pierres à bâtir	3 »
Pierres à chaux et à pavés. . .	3 »
Pierres de taille.	7 »

La roche a une texture grenue et oolithique ; par place elle est formée par la trituration de polypiers et de coquilles. Les fossiles y sont très abondants et consistent surtout en *Lima*, *Pecten*, *Avicula*, *Ostrea*, etc.

Non loin de la carrière on trouve la source de l'Alzette, qui vient jaillir à peu près entre les zones à *A. Murchisionae* et *Sowerbyi*. Un peu plus bas les aciéries d'Angleur exploitent le minerai par puits. On sait que dans le bassin d'Esch les couches sont plus nombreuses et plus épaisses. On distingue la couche siliceuse $3^m.40$, la couche rouge $2^m.15$, la couche grise 6 mètres, la couche brune $4^m.70$ et la couche noire $3^m.90$.

La figure III représente la disposition des couches d'Audun-le-Tiche. Nous avons mis en regard les classifications des cartes de Van Werveke, Wies et Siegen et la légende de la carte géologique de Belgique (1892).

Au Sud du village d'Audun on voit apparaître la limonite sur le flanc de la côte, ce qui provient d'une faille qui a une puissance de 80 à 100 mètres. On l'appelle faille Saint-Michel (fig. IV). On connaît plusieurs autres failles dans le terrain minier, la faille Saint-Pierre, la faille d'Ottange et la faille de Fontoy. Toutes ces failles ont sensiblement la même direction et en réunissant toutes les données que l'on peut recueillir dans les exploitations et les travaux de sondage entrepris notamment à Angevillers et à Rothvillers on peut dresser le diagramme (fig. V) qui indique clairement les variations des couches de minerais dans les différents massifs délimités par les failles.

FIG. III

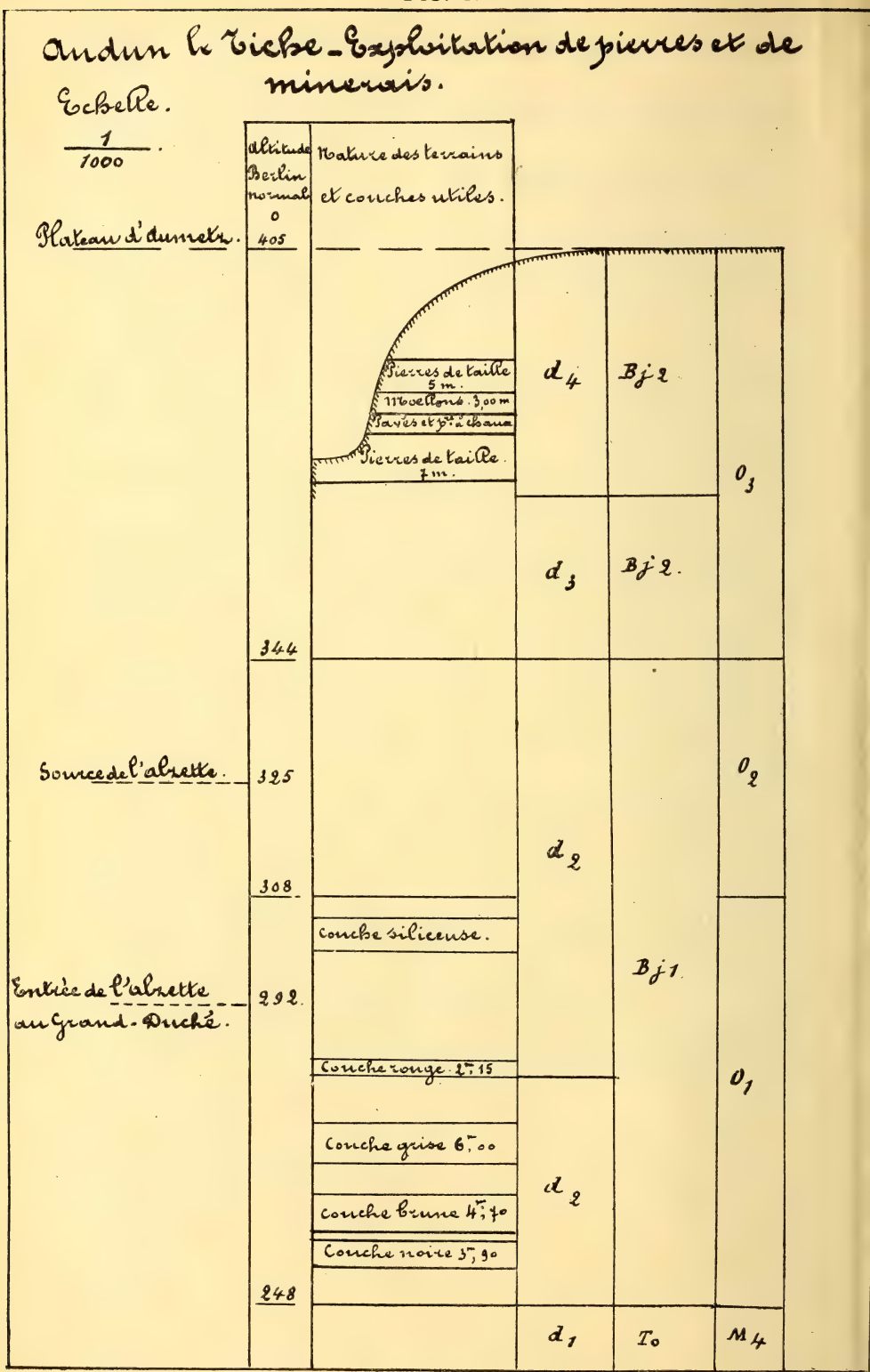

Andun le Vicke - Exploitation de pierres et de minerais.
Echelle.
1/1000.
Altitude Berlin normal 0
Nature des terrains et couches utiles.
Plateau d'Aumetz.
405
Pierres de taille 5 m.
Moellons 3,00 m
Pavés et p.rs à chaux
Pierres de taille 7 m.
d4
Bj2
O3
d3
Bj2.
344
Source de l'Albette.
325
O2
d2
308
Couche siliceuse.
Entrée de l'Albette au Grand-Duché.
292
Bj1.
Couche rouge 2m,15
O1
Couche grise 6m,00
d2
Couche brune 4m,70
Couche noire 3m,90
248
d1
To
M4

FIG. III

Explication détaillée des trois dernières colonnes de droite du tableau ci-contre :

1re colonne. M. VAN WERVEKE

Dogger moyen.

d_4. Calcaire à polypiers. — Zone à *Ammonites Humphriesianus* et *Ammonites Blagdeni.*

d_3. Calcaire à entroques. — Zone à *Ammonites Sowerbyi.*

Dogger inférieur.

d_2. Zone à *Ammonites Murchisonæ* et *Pholadomya reticulata.* — Zone à *Trigonia navis* et *Gryphœa ferruginea.*

d_1. Marnes vertes. — Zone à *Ammonites striatulus.*

2me col. CARTE GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE 1892

SYSTÈME JURASSIQUE

Oolithique.

ÉTAGE BAJOCIEN *(Bj)*

Bj 2. Calcaire subcompacte et calcaire à polypiers. *Ammonites Blagdeni.* Calcaire ferrugineux. — Zone à *Ammonites Murchisonæ.*

Bj 1. Limonite de Mont-Saint-Martin. *Am. opalinus et Am. radians.*

Liasique.

ÉTAGE TOARCIEN *(To)*

To. Marnes à *septaria* de Grandcour. *Am. bifrons.*

3me colonne. M. WIES

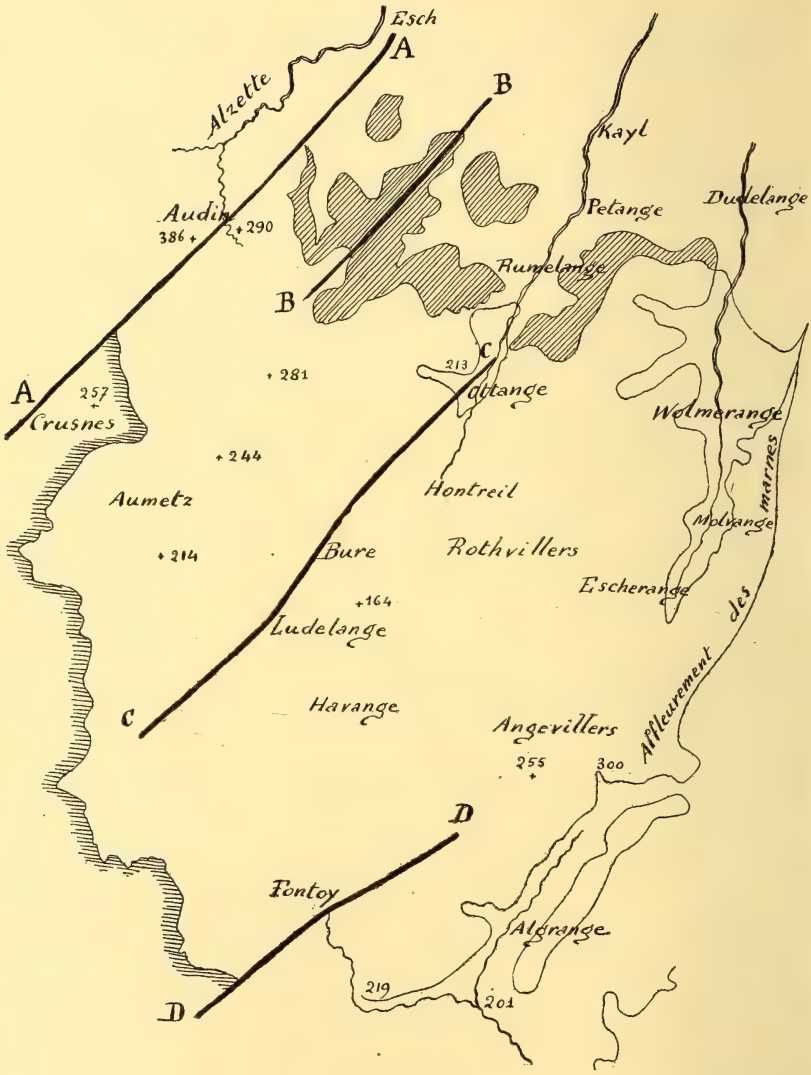
O_3. Calcaire à polypiers.

O_2. Marnes grises.

O_1. Oolithe ferrugineuse.

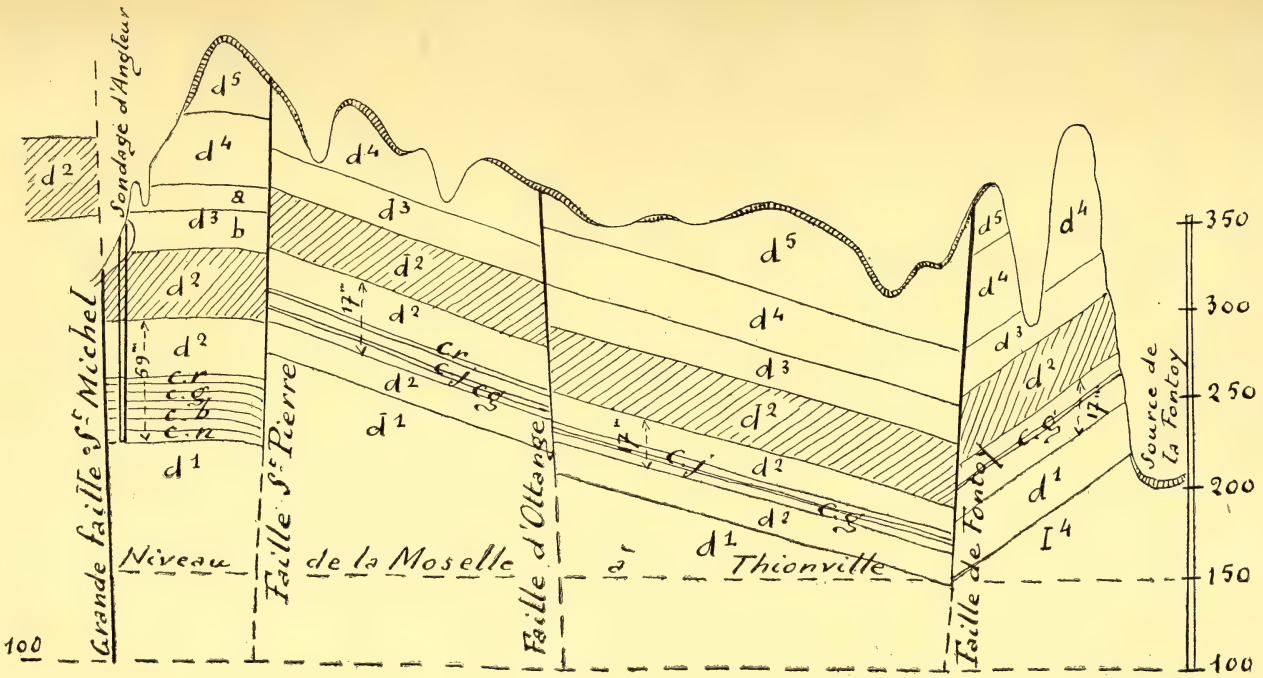
M_4. Schiste bitumineux.

FIG. IV. — *Situation et direction des différentes failles dans les terrains oolithiques.*



A A. Faille Saint Michel.
B B. Faille Saint Pierre.
C C. Faille d'Ottrange.
D D. Faille de Fontoy.

FIG. V. — *Coupe géologique à travers les diverses failles situées entre Audun-le-Tiche et Fontoy.*



d^5. Marnes de Longwy à *A. Parkinsoni* et *Ostrea acuminata*.
d^4. Calcaire à polypiers et pierres à bâtir *A. Humphriesianus*.
d^3. Calcaire à *A. Sowerbyi*.
d^2. Marnes et couches à *A. Murchisonæ* et *Trigonia navis*.
cr. Couche rouge.
cg. Couche grise.
cb. Couche brune.
cn. Couche noire.
cj. Couche jaune.
d^1. Grès vert, marnes noires et grises, schisteuses à *A. striatulus*.
I^4. Marnes jurassiques.

La formation limoniteuse a une puissance de 59 mètres entre les failles de Saint-Michel et de Saint-Pierre; de 37 mètres entre la faille d'Ottange et de Saint-Pierre, et de 27 mètres seulement entre la faille d'Ottange et le ruisseau de la Fontoy.

//////// = Marnes.

D'Audun on se rend à Esch ; là, pendant le dîner un concert est donné en notre honneur par les fanfares des Ateliers de Petange.

Il nous reste à visiter la source de Belval, dont M. Glaesener, ingégieur à Châtillon, est administrateur délégué.

A peu près à mi-chemin entre l'ancienne station d'Esch-le-bois et Belvaux, on voit émerger un joli pavillon, où flottent les drapeaux belges et luxembourgeois. C'est Belval.

Les bâtiments abritent le puits de captage qui a été exécuté en 1891. De l'examen des échantillons recueillis lors du creusement de ce puits (4 mètres) il résulte que la source jaillit dans le Toarcien inférieur (schistes bitumineux de Grandcourt), qui est un terrain absolument imperméable.

De plus, quelques échantillons de roches hétérogènes, constituées principalement par la limonite oolithique, montrent clairement qu'en ce point il y a une faille ou fente remplie de ces débris de roches. L'eau jaillit en ce point avec un débit de 15.000 litres environ par heure, alors qu'à Redange, à 2 1/2 kilomètres du Sud de la source, on a pratiqué un sondage de 380 mètres sans rencontrer de l'eau.

D'après M. Van Werveke, géologue officiel d'Alsace-Lorraine, l'eau a une origine géologique profonde et remonte à la surface à travers quelque dérangement de la stratification. Il s'appuie sur ce fait que l'oolithe ferrugineuse n'est pas connue comme générateur de sources, sur la température et le débit constants de la source. L'hypothèse du savant géologue qui a exécuté la carte géologique du Grand-Duché de Luxembourg est loin de nous satisfaire. Elle n'est possible qu'avec une faille d'une grande puissance et qui s'étendrait sur la plus grande partie du Grand-Duché. Les observations sur les failles de Belgique et du Grand-Duché prouvent au contraire que beaucoup de failles prennent naissance dans des terrains résistants (calcaire de Longwy, limonite) et viennent mourir dans les terrains plastiques (marnes et schistes de Grandcourt). Il doit en être réellement ainsi pour la source de Belval. Nous avons vu plus haut que les marnes grises supérieures déterminent un niveau de sources très constant dans la région (sources de l'Alzette, de la Crusner, etc.). La source de Belval provient vraisemblablement de ce niveau et arrive à l'endroit où elle jaillit grâce à une fissure très profonde, ou faille, qui fait l'office d'un drain romain ; au contact des lèvres de la faille et par son passage plus ou moins lent dans cette fente remplie de débris divers, l'eau dissout les substances minérales qui existent dans les roches des terrains qui constituent la région. Les roches traversées sont des calcaires, des roches ferrugineuses, des argiles et

marnes, des schistes bitumineux. Voici l'analyse exécutée par M. E. d'Huart, docteur en sciences et préposé au laboratoire de l'État, à Luxembourg.

Analyse chimique de l'eau de Belval par 1000 grammes :

Acide carbonique libre	0gr.250
Bicarbonate de Calcium	0. 723
» Magnésium	0. 052
» Sodium	0. 049
» Potassium	0. 021
» Lithium	0 002
» Fer	0. 086
» Manganèse	0. 001
Sulfate de Calcium	0. 759
» Magnésium	0. 171
» Sodium	0. 058
Chlorure de Sodium	0. 067
Phosphate de Calcium	0. 002
Silicate d'Aluminium	0. 002
Silice	0. 014
Matières bitumineuses	0. 040
Pertes et divers	0. 050
Total de la minéralisation	2. 347

Ce qui frappe à première vue dans l'analyse c'est la faible quantité de chlorure de sodium (1), alors que dans les eaux de Mondorf et dans celles du puits artésien de Lasoye il y en a 8 grammes et plus par litre. Ce sel contenu dans les eaux de Mondorf et de Lasoye, provient du Keuper, dont les marnes renferment, dans le Grand-Duché et la Belgique, une proportion assez importante de sel marin. Par conséquent, à cause de la faible proportion de chlorure de sodium, nous pouvons en déduire que la faille qui donne naissance à la source de Belval n'atteint pas le Keuper ou que tout au moins l'eau de Belval ne touche pas les marnes du Keuper. Comme on le voit, l'analyse chimique rend beaucoup plus vraisemblable l'hypothèse que j'ai admise pour expliquer l'origine de cette source en terrain imperméable.

(1) Depuis que j'ai écrit ces lignes j'ai constaté la présence du chlorure de sodium dans les marnes de Grandcourt, en France, en Belgique et dans le Grand-Duché. — V. D.

L'eau de Belval doit être classée dans la catégorie des eaux bicarbonatées-sulfatées-calciques et se place à côté des eaux de Contrexéville, dont les applications thérapeutiques s'adressent à la goutte, aux maladies de l'appareil urinaire, affections catarrhales et gravelles. Par le bitume elle se rapproche des eaux françaises d'Euzet et des Brimades, spécialement employées dans les affections des voies respiratoires.

L'eau de Belval constitue, en outre, une délicieuse eau de table ; la minéralisation en sels est au degré admis pour cet usage ; ce fait d'ailleurs a été sanctionné par la pratique : en effet, la première bouteille fut lancée en 1893, et aujourd'hui on fait usage de l'eau Belval dans toutes les villes de Belgique ; la Société s'est créé des débouchés non seulement dans les principales villes d'Europe, mais encore en Afrique et en Amérique.

BRYOZOAIRES DES ENVIRONS DE BUDA

PAR

M. Ed. Pergens

En 1886 M. le Dr A. Franzenau a eu l'amabilité de me conduire à un gisement de bryozoaires encore peu exploré. Le fossé auquel nous avons enlevé le matériel est situé au Sud de l'ancien cimetière de Buda dans le Schönthal ; sa direction va de l'Est vers l'Ouest dans la direction du Teufelsgraben.

L'âge géologique du gisement est discuté; Hofmann (1) considère cette couche comme étant de l'Eocène; von Hantken (2) croit que ce terrain est du même âge que le Tegel de Klein-Zell et le range dans l'Oligocène.

Hantken signala déjà de notre terrain : *Batopora multiradiata*, Rss., *Eschara papillosa*, Rss., *Eschara subchartacea*, d'Arch., *Vincularia Haidingeri*, Rss., *Idmonea gracillima*, Rss., *Spiropora pulchella*, Rss., *Ceriopora*, sp.

Nous avons rencontré 51 espèces déterminables, dont 10 sont connues dans le Crétacé ; 37 de l'Eocène; 14 de l'Oligocène; 30 du Miocène, 15 du Pliocène et 15 vivent encore à l'époque actuelle.

Des 37 espèces de l'Eocène 2 sont connues de Mons, 18 de Kolosvar, 14 de la Bavière, 5 de la France, 32 du Vicentin, 17 de Wola luzanska (Galicie).

En résumé la faune nous semble appartenir encore à l'Eocène, mais à un horizon un peu supérieur aux couches à bryozoaires des environs de Kolosvar, de la Galicie, du Vicentin et de la Bavière.

(1) *Die geologischen Verhältnisse des Ofen-Kovácsier Gebirges*, 1871. (Mith. a. d. Jahrb. d. Kön. Ung. geol. Anstalt, t. I, p. 206.)

(2) *Der Ofner Mergel*, 1873. (Ibid., t. II, p. 231.)

NOMS DES ESPÈCES.	Crétacé.	Éocène de Mons.	Éocène de Kolosvär.	Éocène de la Bavière.	Éocène de France.	Éocène du Vicentin.	Éocène de Wola luzanska.	Schönthal près Buda.	Oligocène.	Miocène.	Pliocène.	Espèces vivantes.
Crisia eburnea, L.	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Stomatopora granulata, Edw.	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+
Diastopora nova, Perg. et Meun.	+	—	+	—	—	—	—	+	—	+	—	—
Idmonea atlantica, Forbes	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+
» *carinata*, Röm.	+	—	+	—	+	—	+	+	—	+	+	—
» *cancellata*, Gldfs	+	—	+	+	—	—	+	+	+	+	—	—
» *reticulata*, Rss.	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
» *vibicata*, Rss	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—
Filisparsa seriatopora, Rss.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—
» *varians*, Rss	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—
» *biloba*, Rss	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—
Hornera concatenata, Rss	+	—	+	+	—	+	+	+	+	—	—	—
» *frondiculata*, Lx	—	—	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+
Retecava compressa, Rss	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—
Entalophora proboscidea, Edw	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
» *sparsa*, Rss	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—
» *pulchella*, Rss.	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	—	—
» *palmata*, Rss	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—
Fasciculipora depressa, Rss	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
Lichenopora hispida, Flem.	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	+	+
Ceriopora globulus, Rss.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—
Membranipora appendiculata, Rss	—	—	—	+	—	+	—	+	+	+	—	+
» *reticulum*, L. *typica*	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+
» » *Lacroixi*, Aud	+	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+
» *Hookeri*, Haime	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
Amphiblestum trapezoideum, Rss.	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
» *Rosselii*, Rss	—	—	—	+	—	+	—	+	—	+	+	+
Micropora coriacea, Esper.	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+
» *cucullata*, Rss	—	—	+	+	—	+	+	+	+	+	—	—
Cribrilina radiata, Moll.	+	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+	+
Lepralia angistoma, Rss	—	—	+	—	—	+	+	+	—	—	—	—
» *bisulca*, Rss	—	—	+	?	—	+	—	+	—	—	—	—
» *nodulifera*, Rss	—	—	—	+	—	—	+	+	—	—	—	—
» *lontinensis*, Wat	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
» *semilaevis*, Rss	—	—	+	—	—	+	+	+	—	—	—	—
» *syringopora*, Rss	—	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—	—
» *bericencis*, Wat	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
Porella imbricata, Rss	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—
Mucronella coccinea, Ab.	—	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+
Eschara (Porina) papillosa, Rss	—	—	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
» *duplicata*, Rss.	—	—	+	—	—	—	—	+	—	+	—	—
» *filisparsa*, Manz	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—
Acropora (Porina) gracilis, Rss	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	—	+
Schizoporella monopora, Rss	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
» *Hoernesi*, Rss	—	—	—	—	+	+	—	+	—	+	—	—
Retepora tuberculata, Rss	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—
» *cellulosa*, L.	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+	+	+
Cellepora oligostigma, Rss.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Orbitulipora lenticularis, Rss	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—
Stichoporina bidentata, Rss.	—	—	+	+	—	+	—	+	—	—	—	—
Lunulites quadrata, Rss.	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—

1. **Crisia eburnea**, L.

1758. *Sertularia eburnea*, Linnaeus. Systema natur. (ed. X) p. 810.

1863. *Crisia gracilis*, Roemer. Norddeutsche tert. Polypar. p. 221, pl. 37, fig. 3.

L'espèce est connue de l'Oligocène de Söllingen, du Tertiaire de l'Australie, du Miocène de l'Italie, de l'Autriche-Hongrie et de la Russie, du Pliocène de l'Italie et de l'île de Rhodes; elle vit encore à l'époque actuelle. Mac-Gillivray 1895, Trans. Royal Soc. Victoria t. IV, p. 118, décrit une autre forme sous le nom de *C. gracilis sp. n.* Je nomme cette dernière *C. Mac-Gillivrayi*, en l'honneur de ce regretté travailleur.

2. **Stomatopora granulata**, Edw.

1838. *Alecto granulata*, Edwards, Ann. des sci. natur. p. 207, pl. 16, fig. 3.

L'espèce apparaît dans le Crétacé et, d'après Hincks, elle vit encore à l'époque actuelle.

3. **Diastopora nova**, Perg. et Meun.

1886. *Diastopora nova*, Pergens et Meunier. Bryoz. Garumn. Faxe, p. 18.

Cette forme est connue du Crétacé supérieur et du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

4. **Idmonea atlantica**, Forbes.

1847. *Idmonea atlantica*, Forbes *fide* Johnston Brit. Zooph. (ed. II). p. 278, pl. 48, fig. 3.

Les spécimens correspondent à ce que Reuss a nommé *Idm. gracillima* et *Idm. concava*. L'espèce est connue de l'Eocène de Mons, du Vicentin, de Kolosvar, de Wola luzanska, de la Bavière et de la France; de l'Oligocène de Gaas; du Miocène et du Pliocène de l'Italie, de l'île de Rhodes. Elle vit encore à l'époque actuelle; elle est connue du Tertiaire de l'Australie.

5. **Idmonea carinata**, Röm.

1841. *Idmonea carinata*, Röemer, Verstein. d. Norddeutsch. Kreidegeb. p. 21, pl. V, fig. 20.

Cette forme passe du Crétacé à l'Eocène de France, de Kolosvar, de Wola luzanska; elle est connue du Miocène de l'Autriche-Hongrie, de la Serbie et du Pliocène d'Italie.

6. **Idmonea cancellata**, Goldfs.

1830. *Retepora cancellata*, Goldfuss. Petrefacta German. I, p. 103, pl. 36, fig. 17.

La variété *foraminosa*, Reuss, seule est présente. Cette variété est connue du Crétacé supérieur, de l'Eocène près Kolosvar, de la Bavière, de Wola luzanska ; de l'Oligocène de Soellingen; du Miocène de l'Autriche-Hongrie, de l'Italie et de la Russie ; M. Waters la signale du Tertiaire de l'Australie.

7. **Idmonea reticulata**, Reuss.

1869. *Idmonea (Crisina) reticulata*, Reuss, Paläont. Stud., üb. d. ält. Tert. d. Alpen. p. 69, pl. 34, fig. 13.

1892. *Idmonea reticulata*, Waters, N. Ital. Bryozoa, II, Cyclost., p. 156, pl. 3, fig. 10.

Cette espèce n'a été rencontrée que dans le Bartonien du Vicentin.

8. **Idmonea vibicata**, Manz.

1877. *Idmonea vibicata*, Manzoni, Brioz. foss. Mioc. Austr.-Ungh. III, p. 6, pl. 1, fig. 5 ; pl. 2, fig. 7 ; pl. 5, fig. 20.

Cette espèce se rencontre en plusieurs endroits du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

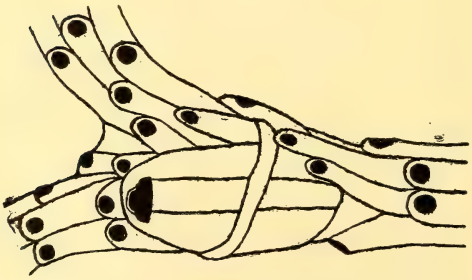
9. **Filisparsa seriatopora**, Reuss.

1849. *Hornera seriatopora*, Reuss, Foss. Polypar. Wiener Tertiärbeck. p. 44, pl. 6, fig. 25, 26.

L'espèce se rencontre à Nussdorf et dans plusieurs localités du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

10. **Filisparsa varians**, Reuss.

1869. *Filisparsa varians*, Reuss, Pal. Unt. Alt. Tert. Alpen p. 74, pl. 35, fig. 14, 15.



Un exemplaire possède une ovicelle à la surface antérieure (voir fig.) ; elle est ovoïde; sa largeur est celle d'une branche, la longueur est de deux fois ou de deux fois et demie la distance de deux orifices d'une même rangée (1).

L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin, des environs de Kolosvar ; de l'Oligocène de Gaas, du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

(1) L'échantillon figuré montre un tube de serpule fixe sur la face orale.

11. **Filisparsa biloba**, Reuss.

1849. *Hornera biloba*, Reuss, Foss. Polyp. Wiener Tert., p. 43, pl. 6, fig. 21.

La différence spécifique avec la forme précédente est peu marquée. L'espèce est connue du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

12. **Hornera concatenata**, Reuss.

1869. *Hornera concatenata,* Reuss. Pal. Unt. ält. Tert. Alpen p. 283 (71), pl. 35, fig, 5, 6.

Cette espèce naît dans le Crétacé supérieur; elle est connue de l'Eocène du Vicentin, de Wola luzanska, de la Bavière, de la Transylvanie; elle paraît s'éteindre dans l'Oligocène.

13. **Hornera frondiculata**, Lx.

1821. *Hornera frondiculata*, Lamouroux, Expos. méthod. p. 41, pl. 74, fig. 7, 9.

Elle se rencontre dans l'Eocène du Vicentin, de la Transylvanie, de la Galicie et de la Bavière; elle est connue du Miocène et du Pliocène d'Europe, et du Tertiaire de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie. Elle vit encore à l'époque actuelle.

14. **Retecava compressa**, Reuss.

1849. *Idmonea compressa*, Reuss, Foss. Polyp. Wiener Tert. p. 16, pl. 6, fig. 32.

Cette forme est connue du Miocène de l'Autriche-Hongrie. La crête est le représentant de la lame germinale des bryozaires rampants et des *Retecava*.

15. **Entalophora proboscidea**, Edw.

1838. *Pustulopora proboscidea* Edwards. Mém. s. l. Crisies, Hornères, etc., p. 27, pl. 13, fig. 2.

Cette forme semble débuter dans le Jurassique (Bathonien) et traverser toutes les couches jusqu'à nos jours.

16. **Entalophora sparsa**, Rss.

1849. *Pustulopora sparsa*, Reuss, Foss. Polyp. Wiener Tert. p. 41, pl. 6, fig. 12.

Le Miocène d'Eisenstadt renferme aussi cette espèce.

17. **Entalophora pulchella**, Rss.

1849. *Cricopora pulchella* Reuss, Foss. Polyp. Wien. Tert. p. 40, pl. 6, fig. 10.

L'espèce débute dans le Crétacé; elle est connue du Bartonien du

Vicentin, de la Bavière, de la Transylvanie, de la Galicie; je la possède encore des mêmes couches de Capri; elle se rencontre dans l'Oligocène de Latdorf, et dans le Miocène de l'Autriche-Hongrie. Le type ordinaire et la forme *Cricopora (Spiropora)* se rencontrent parmi nos matériaux.

18. **Entalophora palmata**, Busk.

1859. *Pustulopora palmata*, Busk, Crag Polyz. p. 108, pl. 18, fig. 2.

Cette espèce est connue du Miocène de l'Autriche-Hongrie et du Pliocène.

19. **Fasciculipora depressa**, Reuss.

1866. *Ceriopora depressa*, Reuss, Foram., Anthoz. und Bryoz. d. deutsch. Septarienth. p. 85, pl. 10, fig. 5.

Cette forme se rencontre encore dans l'Oligocène de Söllingen. Quelques colonies sont plus élevées que le type figuré par Reuss; la forme des orifices zoéciaux ne permet pas de placer cette espèce avec les *Ceriopora*, mais la rapproche des *Fasciculipora*.

20. **Lichenopora hispida**, Flem.

1828. *Discopora hispida*, Fleming, Brit. Anim. pag. 530.

L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin, du Miocène de l'Autriche-Hongrie, du Pliocène, du Tertiaire de l'Australie ; elle vit encore à l'époque actuelle.

21. **Ceriopora globulus**, Reuss.

1847. *Ceriopora globulus*, Reuss. Foss. Polyp. d. Wiener Tert. p. 33, pl. V, fig. 7.

Il y a un fragment qui correspond à la forme figurée par Reuss. L'espèce est connue du Miocène et du Pliocène.

22. **Membranipora appendiculata**, Rss.

1847. *Cellepora appendiculata*, Reuss, Foss. Polyp. Wiener Tert. p. 96, pl. 11, fig. 22.

L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin et de la Bavière, de l'Oligocène, du Miocène, et elle vit encore à l'époque actuelle.

23. **Membranipora reticulum, L.** *typica*, Perg.

1887. *Membranipora reticulum forma typica*. Pergens, Plioc. Bryoz. Rhodos, p. 15.

Cette forme est connue du Crétacé et elle vit encore à l'époque actuelle. D'autres variétés de cette espèce se rencontrent dans toutes les couches intermédiaires.

25. **Membranipora reticulum L.** *forma Lacroixii*, Aud.
Cette forme débute dans le Crétacé et est encore vivante.

25. **Membranipora Hookeri**, Haime.
1853. *Membranipora Hookeri*, Haime, Descr. d. anim. du gr. numm. de l'Inde, p. 227, pl. 36, fig. 5.
L'espèce est connue de l'Eocène de l'Inde et du Vicentin.

26. **Membranipora trapezoidea**, Rss.
1849. *Cellepora trapezoidea*, Reuss, Fossile Polypar. des Wien. Tert., p. 96, pl. 11, fig. 21.
Cette forme est connue de l'Eocène du Vicentin.

27. **Membranipora Rosselii**, Aud.
1826. *Flustra Rosselii*, Audouin *in* Savigny l'Égypte, p. 240, pl. 10, fig. 11.
Cette forme se rencontre dans l'Eocène du Vicentin et de la Bavière; dans le Miocène et le Pliocène et elle vit encore actuellement.

28. **Micropora coriacea**, Esper.
1791. *Flustra coriacea*, Esper, Pflanzenthiere, pl. 7, fig. 2.
L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin; du Pliocène et de l'époque actuelle.

29. **Micropora cucullata**, Reuss.
1847. *Cellaria cucullata*, Reuss, Foss. Polyp. Wiener Tert. p. 60, pl. 7, fig. 31.
Une espèce extrêmement répandue; elle est connue de l'Eocène du Vicentin, de la Bavière, de Wola luzanska et des environs de Kolosvar; elle se rencontre dans l'Oligocène et dans le Miocène.

30. **Cribilina radiata**, Moll.
1803. *Eschara radiata*, Moll, Die Seerinde, p. 63, pl. 4, fig. 7.
L'espèce est connue du Crétacé; de l'Eocène de Kolosvar, du Vicentin et de Wola luzanska (Galicie), de l'Oligocène, du Miocène, du Pliocène et de l'époque actuelle.

31. **Lepralia angistoma**, Reuss.
1869. *Lepralia angistoma*, Reuss, Alt. Tert. Alp. p. 79, pl. 30, fig. 3.
Cette forme se rencontre aussi dans l'Eocène de Priabona, de Wola luzanska et de Kolosvar.

32. **Lepralia bisulca**, Reuss.
1860. *Eschara bisulca*, Reuss, Alt. Tert. Alp., p. 270, pl. 32, fig. 10.
1891. *Lepralia bisulca*, Waters, North Ital. Bryoz. I, p. 18, pl. 2, fig. 16-18; pl. 3, fig. 1.
L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin et de Kolosvar; peut-être de l'Eocène de la Bavière.

33. **Lepralia nodulifera**, Reuss.

1869. *Eschara nodulifera*, Reuss, Alt. Tert. Alp., p. 271, pl. 32, fig. 11, 12.

En 1889 j'avais rangé cette espèce dans le genre *Amphiblestrum* ; je me fondais sur l'absence de péristome dans mes spécimens. M. Waters a eu l'obligeance de m'envoyer un exemplaire très bien conservé: j'ai pu me convaincre que c'est une *Lepralia*. L'espèce se rencontre dans l'Eocène du Vicentin, de la Galicie et de la Bavière.

34. **Lepralia (?) lontinensis**, Waters.

1891. *Lepralia (?) lontinensis*, Waters, N. Ital. Bryoz. I, p. 21, pl. 3, fig. 5.

Cette forme est encore connue de l'Eocène du Vicentin.

35. **Lepralia similaevis**, Rss.

1869. *Eschara semilaevis*, Reuss, Pal. Stud. Alt. Tert. Alp., p. 270, pl. 32, fig. 7, 8.

L'espèce est répandue dans le Bartonien ; elle est connue de l'Italie, de la Transylvanie et de la Galicie.

36. **Lepralia syringopora**, Rss.

1847. *Eschara syringopora*, Reuss, Foss. Polyp. Wiener Tert., p 68, pl. 8, fig. 23. Pour syn. v. *Waters, N. Ital. Bryoz.*, p. 20.

L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin, de la Bavière; du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

37. **Lepralia (?) bericensis**, Wat.

1891. *Lepralia (?) bericensis*, Waters, N. Ital. Bryoz, p.21, pl. III, fig. 18.

Cette espèce est signalée de l'Eocène du Vicentin. Elle prend aussi la forme de disques arrondis en forme de *Cupularia*.

38. **Porella imbricata**, Reuss.

1847. *Eschara imbricata*, Reuss, Foss. Pol. Wien. Tert., p. 69, pl. 8, fig. 26.

Cette forme est connue de l'Eocène du Vicentin, du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

39. **Mucronella coccinea**, Ab.

1788/89. *Cellepora coccinea*, Abildgaard, *in* Müller, Zool. dan. t. II, p. 30, pl. 146, fig. 1, 2.

Cette espèce, avec sa variété *alifera*, débute dans l'Eocène; elle se rencontre dans le Vicentin, dans les environs de Kolosvar, dans la Bavière et dans la Galicie. Elle est connue de l'Oligocène, du Miocène, du Pliocène et elle vit encore à l'époque actuelle.

40. **Eschara (Porina) papillosa**, Rss.

1847. *Eschara papillosa*, Reuss, Foss. Polyp. Wien. Tert., p. 68, pl. 8, fig. 22.

A l'état usé cette forme ressemble beaucoup aux exemplaires âgés d'*Eschara cervicornis*, Pall ; la collection de Reuss renferme un grand nombre de ces formes douteuses ; moi-même j'ai fait la confusion de ces formes en 1887 (*Plioc. Bryoz. Rhodos.*, p. 25) et je n'oserais, sans réexamen des originaux de Vienne, donner l'extension géologique de cette espèce. Ce qui est certain c'est que l'*Esch. papillosa*, connue de l'Eocène du Vicentin, a été figurée par Reuss en 1869, mais j'ignore si c'est la même forme connue de l'Oligocène et du Miocène.

41. **Eschara (Porina) duplicata**, Reuss.

1847. *Cellaria duplicata*, Reuss, Foss. Polyp. Wien. Tert., p. 62, pl. 7, fig. 34.

L'espèce est connue de l'Eocène de l'Italie et de la Hongrie ; du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

42. **Eschara (Porina) filisparsa**, Manz.

1877. *Eschara filisparsa*, Manzoni, Briozoi. foss. Mioc. d'Austr.-Ungh. II, p. 10, pl. 5, fig. 19.

Cette forme se rencontre encore dans le Miocène de Neudorf.

43. **Acropora (Porina) gracilis**, Lmk.

1816. *Eschara gracilis*, Lamarck, Anim. s. vert. t. 2, p. 176.

L'espèce débute dans le Crétacé supérieur et s'étend à l'époque actuelle.

Dans l'Eocène elle se rencontre en Italie, à l'île de Capri, en Bavière, en Galicie et à la Nouvelle-Zélande.

44. **Schizoporella monopora**, Rss.

1869. *Lepralia monopora*, Reuss, Pal. Stud. Alt. Tert. Alp., p. 25, pl. 36, fig. 3.

Une seule colonie de cette espèce, connue de l'Eocène du Vicentin.

45. **Schizoporella Hoernesi**, Rss.

1869. *Eschara Hoernesi*, Reuss, Pal. Unters. alt. Tert. Alp., p. 273, pl. 33, fig. 6, 7.

D'après Waters (Q. J. Geol. Soc., t. 47, p. 27) cette espèce serait la *Cellaria scrobiculata* Rss. (Foss. Pol. Wien. Tert., p. 63, pl. 8, fig. 4). Dans ce cas ce dernier nom aurait la priorité. L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin, de la Transylvanie, de la Bavière ; du Tertiaire de l'Australie et du Miocène de l'Autriche-Hongrie.

46. **Retepora tuberculata**, Rss.

1869. *Retepora tuberculata*, Reuss, Pal. Unt. Alt. Tert. Alp., p. 55, pl. 31, fig. 9, 10.

Cette espèce est encore connue de l'Eocène du Vicentin.

47. **Retepora cellulosa**, L.

1869. *Retepora cellulosa*, Reuss, Pal. Unt. Alt. Tert. Alp., p. 55, pl. 31, fig. 8.

Je doute si cette espèce est réellement l'espèce décrite par Linnée.

Les colonies correspondent toutefois à ce que Reuss a décrit du Vicentin.

48. **Cellepora oligostigma**, Reuss.

1869. *Cellepora oligostigma*, Reuss, Alt. Tert. Alp., p. 257, pl. 36, fig. 10.

L'espèce est encore signalée du Vicentin des Alpes.

49. **Orbitulipora lenticularis**, Rss.

1869. *Orbitulipora lenticularis*, Reuss, Alt. Tert. Alp., p. 289, pl. 30, fig. 12-14.

L'espèce est connue de l'Eocène du Vicentin et de la Galicie. D'après Waters (Q. J. Geol. Soc., t. 47, p. 31) cette forme serait la *Cellepora pertusa* Smitt; d'après Marsson (Bryoz. Schreibkr. Rügen, p. 101) elle serait la *Cellepora accumulata*, Hag.; moi-même je la considère comme différente des deux espèces indiquées.

50. **Stichoporina bidentata**, Rss.

1869. *Cupularia bidentata*, Reuss, Alt. Tert. Alp., p. 65, pl. 29, fig. 1, 2.

1885. *Stichoporina simplex*, Koschinsky. Bryoz. Alt. Tert. Südl. Bayerns, p. 64, pl. 6, fig. 4-7.

L'espèce est connue du Bartonien du Vicentin, de la Bavière et des environs de Kolosvar.

51. **Lunulites quadrata**, Reuss.

1847. *Cellepora quadrata*, Reuss, Foss. Polyp. Wien. Tert., p. 95, pl. 11, fig. 17.

Une seule colonie de cette espèce, qui est connue du Bartonien du Vicentin et des environs de Kolosvar.

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE ANNUELLE

ORGANISÉE PAR

LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

DU 23 AU 29 AOUT 1896,

DANS LE

Limbourg belge et dans le Limbourg hollandais, à Aix-la-Chapelle, à Bonn et aux Siebengebirge.

PLANCHES IX, X ET XI

Le samedi 22 août, les excursionnistes, au nombre d'une vingtaine, se sont réunis le soir à l'*Hôtel du Casque*, à Tongres, où, sous la présidence de M. Dollo, le programme des excursions a été adopté dans ses grandes lignes. Seules quelques modifications de détail concernant des questions de transport ont été introduites.

Le rendez vous général était à *Tongres*, à l'*Hôtel du Casque*. Les sept journées de la Session devaient fournir le programme ci-dessous et il fut résolu qu'on demanderait à chacun des conducteurs successifs qui avaient bien voulu se partager la tâche de diriger les explorations et visites, d'en rédiger le compte rendu. Toutefois, pour éviter à M. le Professeur *Holzapfel*, d'Aix-la-Chapelle, les ennuis d'une rédaction en une langue étrangère, M. *Rutot* voulut bien se charger d'englober dans sa part de rédaction le compte rendu de la 4e journée.

Afin de ne pas abuser de la bienveillance de M. le Dr *Sturtz*, qui avait déjà consacré tant de peines et de temps à l'organisation générale de la Session sur le territoire allemand, il fut décidé que l'un des excursionnistes, M. le Dr *Dewindt*, de l'Université de Gand, serait chargé de résumer les courses consacrées aux roches éruptives des Siebengebirge.

Le programme général de la Session se synthétisait ainsi :

1re journée : dimanche 23 août. — Étude des dépôts oligocènes du Limbourg, sous la direction de M. VAN DEN BROECK.

2e journée : lundi 24 août. — Exploration du Crétacé de la Vallée du Geer, sous la direction de MM. RUTOT et VAN DEN BROECK.

3e journée : mardi 25 août. — Explorations dans le Limbourg hollandais (Elsloo, Fauquemont, etc.), sous la direction de M. le Dr ERENS.

4e journée : mercredi 26 août. — Étude des terrains crétacés d'Aix-la-Chapelle, sous la direction de M. le Professeur HOLZAPFEL.

5e journée : jeudi 27 août. — Crétacé d'Aix-la-Chapelle et lignites du Rhin, à Brühl, sous les directions respectives de MM. HOLZAPFEL et STÜRTZ.

6e journée : vendredi 28 août. — Roches éruptives (Trachytes et Basaltes) des environs de Lintz. Étude du Diluvium du Rhin, sous la direction du Dr STÜRTZ.

7e journée : samedi 29 août. — Exploration spéciale des Siebengebirge (Drachenfels, Löwenburg, Stenzelberg, Grossen Weilberg, Petersberg) et retour par Königswinter, sous la direction de M. le Dr STÜRTZ.

C'est la réalisation de ce programme qui se trouve résumée dans les comptes rendus qui suivent, réglés ainsi qu'il est dit plus haut, et dont l'ensemble forme l'œuvre collective constituant le compte rendu général de la session extraordinaire de 1896.

1re JOURNÉE. — DIMANCHE 23 AOUT.

Étude des dépôts oligocènes du Limbourg.

Le but des explorations de cette première journée était de profiter du voisinage des gisements classiques de Berg, Klein-Spauwen, Vieux-Joncs, Hoesselt et Henis, pour montrer aux excursionnistes divers facies oligocènes rendus célèbres par les travaux de Dumont et qui lui ont fourni les types de ses subdivisions secondaires ou régionales du Tongrien et du Rupelien; dépôts qui par suite de leur éloignement de Bruxelles, siège social de la Société, ne peuvent être étudiés ni aisément ni souvent.

Une circonstance favorable pouvait fournir un attrait supplémentaire à cette exploration. La carte géologique de *Bilsen*, levée en 1880-81 par M. *E. Van den Broeck* et publiée en 1883, à l'échelle du 20,000e, avec un texte explicatif développé (1) fournissant la description détaillée et les listes de fossiles de chacun de ces gîtes classiques du Limbourg, cette carte, disons-nous, était intéressante à vérifier, en même temps qu'à prendre comme guide à cette occasion. Cette visite a permis de constater l'exactitude et la précision des données fournies par la carte et par le texte ; aussi quelques excursionnistes ont-ils émis le vœu que les détails locaux relatifs aux principaux des gîtes précités soient quelque jour reproduits dans notre Bulletin. Il en sera fait ainsi plus tard, afin que ces documents puissent être mis à la disposition de tous. On sait que la mise hors commerce des cartes et des textes de l'ancien service de la Carte géologique constitue une mesure administrative fâcheuse, laissant enfouir dans l'oubli des données utiles pour nos connaissances.

Partis de bonne heure de Tongres, les excursionnistes, conduits par M. *Van den Broeck*, l'auteur de ces lignes, arrivent vers 7 heures à HOESSELT. Prenant par le sud, ils traversent les prairies grasses et tourbeuses des alluvions du Demer, pour arriver au chemin creux à l'Est de BROUK, où M. Van den Broeck a signalé, dans une coupe de sable tongrien, pouvant atteindre par places 8 mètres de hauteur, un bon gisement fossilifère de la faune marine du Tongrien inférieur. M. *G. Vincent* a déterminé une cinquantaine d'espèces provenant de ce point et la liste en est fournie p. 17 du texte explicatif de la feuille de Bilsen.

Les excursionnistes ont ensuite eu leur attention attirée par le passage graduel entre les sables fins argileux micacés et à faune marine variée, qui constituent le type du T*g1c* de la légende de la Carte, ou *sables de Grimmertingen* de Dumont, et les zones si différentes de sables finement stratifiés et très micacés, traversés d'innombrables tubulations d'annélides, qui constituent le niveau T*g1d*, ou sables de Neerrepen. Cet ensemble représente le Tongrien inférieur. M. Van den Broeck montre ensuite au-dessus de T*g1d* un petit niveau, graveleux, naguère discuté et autrement interprété par M. *Velge*, niveau

(1) Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Service de la Carte géologique du Royaume. *Explication de la feuille de Bilsen*, par M. Van den Broeck, pour les terrains oligocène, quaternaire et miocène, et par M. A. RUTOT, pour le terrain éocène. — Bruxelles, F. Hayez, 102, rue de Louvain, 1883. Un vol. gr. in-8° de 112 pages, avec 2 planches en couleurs,

qui, au-dessus des sables de Neerrepen, sépare ici, d'après M. Van den Broeck, le Tongrien inférieur du Tongrien supérieur. C'est une zone d'accumulation glauconieuse renfermant, localisées, de petites lentilles discontinues de graviers fins, au-dessus desquels les sables tongriens, d'un vert pistache particulier, très homogènes et sans stratification visible, passent graduellement aux *glaises vertes* fluvio-marines de l'assise supérieure tongrienne.

L'interprétation donnée ci-dessus n'est contestée par personne, bien que, *in petto*, M. Van den Broeck s'avoue à lui-même que peut-être tantôt, lorsqu'il aura montré aux excursionnistes l'origine de certains niveaux graveleux du Rupelien, on lui demandera sans doute — sans qu'il y trouve grand chose à répondre — si la même explication ne s'appliquerait pas par hasard au niveau graveleux tongrien de Brouk? Quoi qu'il en soit, la démarcation entre les deux assises tongriennes peut se passer d'un gravier séparatif, étant nettement indiquée par la substitution d'un régime lagunaire et fluvio-marin à un régime franchement marin.

Les excursionnistes longent ensuite les coteaux de LEETHEN, vers Bilsen, sur la rive droite du Demer. Chemin faisant, M. Van den Broeck donne quelques indications sur la dénivellation des couches, aisément constatable non seulement par les résultats des puits artésiens et autres, mais encore par les différences d'altitude des niveaux stratigraphiques repérés sur les deux rives. Cette dénivellation, ou faille de la vallée du Demer peut, en amont de Bilsen, atteindre et dépasser 20 à 25 mètres.

La région sud, puis la région nord de LEETHEN fournissent successivement aux excursionnistes l'occasion de voir le sable rupelien R*1b* (sable à *Pectunculus obovatus)* et l'argile à Nucules R*1c* (argile à *Nucula compta)* qui constituent le Rupelien inférieur de Dumont.

Arrivés bientôt à BILSEN, les excursionnistes y trouvent des voitures devant les véhiculer pour le reste de la course; mais, avant d'y monter, ils vont tout d'abord visiter les belles sablières des hauteurs de l'est de la ville, contre la route de Maastricht et décrites pp. 79-80 dans le texte explicatif de la feuille de Bilsen. Ces sablières montrent le contact des deux assises de l'étage rupelien. Au-dessus d'une masse homogène de sable quartzeux pur, constaté (à l'aide d'un sondage), sur une épaisseur de 5 mètres environ et représentant le niveau sableux supérieur R*1d*, qui recouvre l'argile à Nucules du Rupelien inférieur, on trouve ici un niveau graveleux R*2a*, base de l'assise rupelienne supérieure et suivi de $8^{m}.50$ de sables quartzeux servant de substratum à l'argile supérieure rupelienne R*2c*, laquelle correspond à l'argile de Boom, soit au

Septarienthon du prof. Beyrich. Les excursionnistes s'assurent de l'existence, sur la partie supérieure de la grande sablière de Bilsen, d'environ $1^{m}.70$ de la base de cette argile supérieure, ravinée par 3 à 4 mètres de diluvium sableux avec cailloux épars.

Plusieurs de nos collègues semblent s'étonner de la présence, à $4^{m}.50$ au-dessus du gravier de base (R*2a*) du Rupelien supérieur, d'une *récurrence graveleuse*, que quelques-uns voudraient considérer comme un indice de démarcation stratigraphique supplémentaire. M. Van den Broeck fait remarquer qu'il s'agit ici en réalité d'un phénomène d'un ordre différent. Dans son texte de Bilsen et dans des travaux antérieurs, il avait interprété cette répétition à distance des éléments du gravier R*2a* comme un *dédoublement* pur et simple de celui-ci; mais des observations précises, faites à maintes occasions depuis lors, lui ont fait voir le rôle que joue ici la *dissolution des éléments calcaires,* c'est-à-dire des coquilles, etc. d'un *niveau*, ou *banc fossilifère*, nettement localisé au sein d'un dépôt quelconque, mais surtout sableux. Ce phénomène, bien connu, de la dissolution des éléments calcaires, comme conséquence de l'infiltration des eaux météoriques chargées d'acide carbonique, donne *très fréquemment* lieu à la mise en relief d'un *résidu d'éléments grossiers et même caillouteux : quartzeux ou siliceux*. Ces parties grossières, non calcaires, qui *accompagnaient les fossiles*, n'étaient guère ou nullement apparentes lorsque ceux-ci se trouvaient intacts et agglomérés dans le dépôt. Ces éléments insolubles apparaissent nettement, et sont ainsi mis en évidence, *après* le phénomène de dissolution, de tassement et de *concentration verticale sédimentaire* qui a accompagné et suivi la disparition du banc ou de l'amas coquillier primitif. La récurrence graveleuse constatée dans la grande sablière de Bilsen ne serait donc autre chose que le résidu et la concentration des éléments insolubles qui accompagnaient, au sein des sédiments rupeliens, un *banc coquillier* d'une épaisseur 5 à 6 fois plus grande peut-être que celle du gravier actuel.

De tels *niveaux graveleux* n'ont donc pas de portée stratigraphique comparable à celle des *graviers de base* et de dénudation marine, lesquels d'ailleurs se trouvent presque toujours accompagnés, mais alors sous forme de *cordons littoraux*, de débris coquilliers hétérogènes.

Dans un gravier DE BASE les coquilles et les débris organiques sont en bonne partie des éléments remaniés d'âge antérieur et souvent *minéralisés*. Dans un banc fossilifère *in situ* au sein des dépôts, les éléments roulés et minéralisés sont exceptionnels. La complète dissolution des fossiles *in situ* est plus aisée sous l'influence des infiltrations

d'eaux météoriques; c'est pourquoi les vestiges organiques conservés au sein des dépôts meubles et perméables se retrouvent surtout localisés dans les *graviers de base et de dénudation* plutôt que dans ceux de niveaux graveleux qui ne sont que de simples *résidus* de bancs fossilifères *in situ*.

M. Van den Broeck annonce que des constatations identiques pourront s'observer, tantôt encore, dans les belles coupes de la colline au S.-E. de Schalkoven; mais parfois, en d'autres localités, où sans doute il n'y avait pas de banc fossilifère, la « récurrence » graveleuse de R*2a* n'existe pas. Quant au gravier *de base* R*2a*, il est au contraire très général et parfois même il devient nettement *caillouteux*. C'est la découverte de ce gravier, base de l'assise supérieure, qui, à partir de 1880 et 1881, a permis à M. Van den Broeck de préciser la séparation nette à faire entre les deux assises de l'étage rupelien et de démontrer que l'argile à Nucules R*1c* est bien distincte et stratigraphiquement inférieure à l'argile R*2c* à *Leda Deshayesiana*, ou argile de Boom.

A la suite de Lyell, plusieurs géologues belges avaient pensé que ces deux argiles étaient *contemporaines*, tandis que voici l'échelle stratigraphique établie par M. *Van den Broeck*, des divers termes de l'étage rupelien. Il est à remarquer que cette échelle est, comme celle du Tongrien, adoptée par la Commission de la Carte géologique.

OLIGOCÈNE MOYEN	**Étage rupelien**	RUPELIEN SUPÉRIEUR	R*2d*	Sable d'émersion de l'assise supérieure.
			R*2c*	Argile de Boom à *Leda Deshayesiana*.
			R*2b*	Sable d'immersion de l'assise supérieure.
			R*2a*	Gravier séparatif.
		RUPELIEN INFÉRIEUR	R*1d*	Sable d'émersion de l'assise inférieure.
			R*1c*	Argile (parfois lenticulaire et discontinue) à *Nucula compta*.
			R*1b*	Sable d'immersion à *Pectunculus obovatus*, de l'assise inférieure.
			R*1a*	Cailloux de silex plats et noirs, caractéristiques de la base du Rupelien.

M. Van den Broeck, après avoir énuméré ces divers termes stratigraphiques constituant les deux *cycles sédimentaires* (1) de l'étage rupelien, signale que des Nucules s'observent parfois en grande abon-

(1) Voir les travaux de MM. RUTOT et VAN DEN BROECK, publiés dans le tome II (1883) du *Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique* et relatifs aux phénomènes de la sédimentation marine, ainsi qu'au nouveau mode de notation géologique qui s'en inspire.

dance dans l'assise supérieure, surtout vers la base et dans l'argile R*2b* du Limbourg. C'est ce fait, purement biologique, qui a dû contribuer à induire les géologues en erreur au sujet de la confusion stratigraphique qui a été faite entre les deux niveaux argileux rupeliens.

C'est la *récurrence des conditions du milieu* qui a favorisé la *réapparition des Nucules*, mais ce fait est tout à fait indépendant de la question de *succession stratigraphique*.

Nous sommes ici en présence d'un simple fait d'apparition par migration faunique, s'effectuant pendant deux phases successives d'une même période géologique ; cette *migration du milieu*, qui a ramené de l'argile après les sables et les Nucules avec l'argile, est due aux variations des conditions bathymétriques.

Les excursionnistes, après avoir observé avec intérêt une exploitation ouverte dans les graviers et dans les sables quaternaires, visible peu après la sablière, au commencement et à gauche de la route de Maastricht, en dehors du groupe des habitations, entendent quelques considérations sur l'importance de l'érosion et des alluvionnements quaternaires, ainsi que sur les dispositions bien reconnaissables, lenticulaires et discontinues, des produits de la sédimentation fluviale.

Les voitures les mènent ensuite à WALTWILDER, où M. Van den Broeck leur montre d'abord une coupe située contre la chaussée à droite, et dont l'interprétation présente quelque difficulté. Dans son texte de la feuille de Bilsen, M. Van den Broeck y voyait la base du *Bolderien* miocène (encore considéré en 1883 comme oligocène supérieur), reposant sur le sable R*2b*, ou d'immersion de l'assise supérieure rupelienne. Il avait découvert des *fossiles*, à l'état d'empreintes indéterminables, dans ces sables glauconifères bolderiens. A $0^m.80$ au-dessus de la base caillouteuse du Bolderien, on constate une *récurrence* de rares cailloux de silex, au-dessus desquels on observe des sables verts, glauconifères, mais devenus altérés et limoniteux et contrastant, par leur grosseur relative, avec les sables fins et micacés sous-jacents. Ces sables supérieurs ont absolument l'aspect et les caractères du *Diestien*. Est-on en présence du Bolderien avec une récurrence caillouteuse due, comme il a été expliqué plus haut, à la disparition d'un banc fossilifère ; s'agit-il d'une véritable récurrence du gravier de la base du Bolderien, ou bien sommes-nous en présence d'une *superposition* du Diestien au Bolderien ? Nul ne pourrait encore rien affirmer à cet égard : tel est aussi l'avis des excursionnistes.

Le doute émis à ce sujet par M. Van den Broeck dans son « Texte explicatif » n'a donc pas été résolu ni éclairci par nos collègues. Les excursionnistes se dirigent ensuite, au sud de Waltwilder, vers de

nouvelles et intéressantes sablières. Celles-ci font l'objet d'une longue controverse.

La colline de Waltwilder est couronnée par un énigmatique dépôt sableux, d'au moins une dizaine de mètres de développement, apparaissant à un niveau supérieur à des grès ferrugineux analogues à ceux à facies diestiens de la coupe de Waltwilder. Si donc ceux-ci sont diestiens, ces sables des hauteurs de Waltwilder pourraient être d'un âge quelconque postérieur au Diestien. C'est la thèse que défend l'un des excursionnistes, M. *Mourlon*, qui, précisant sa pensée, croit pouvoir assimiler très sûrement ces sables quartzeux blancs à son sable de Moll, et par conséquent au *Quaternaire moséen marin (q1s* de la légende de la Carte). M. Mourlon fait remarquer que les caractères lithologiques, la présence de tubulations d'annélides et la stratification entrecroisée, que présentent certaines zones de la sablière de Waltwilder — située d'ailleurs dans une région culminante, au moins pour le nord de la planchette — s'affirment comme autant de bonnes raisons en faveur de l'assimilation qu'il fait de ces sables blancs de Waltwilder au Moséen marin de Genck et d'autres localités de la Campine limbourgeoise.

« La sablière, dit le texte de Bilsen, montre un dépôt quartzeux » blanc assez grossier, meuble, parsemé de points noirs et de larges » paillettes de mica, parfois réunies en amas feuilletés très abondants. » En montant, le sable jaunit rapidement pour redevenir blanc et pur, » vers 4 mètres au-dessus du fond de l'excavation. En même temps » le grain quartzeux devient moins grossier et le mica paraît faire » défaut. Certaines zones deviennent même un sable à grain moyen » rappelant les dépôts sableux rupeliens. »

A cette description, naguère faite des caractères du dépôt, les excursionnistes ajoutent la notion de la stratification entrecroisée, très nette, observable dans la moitié inférieure du dépôt et la présence de rares tubulations d'annélides affirmant le caractère marin du dépôt. Personne ne met en doute, d'ailleurs, celui-ci, et M. Van den Broeck admet parfaitement que la thèse de M. Mourlon, consistant à y voir du Quaternaire marin inférieur plutôt que du Bolderien, est très défendable. C'est un point intéressant qu'il se réserve d'étudier à loisir en vue du levé, à publier à l'échelle du 40.000^{e}, de la feuille de Bilsen.

Un sondage est fait dans le bas de la sablière, mais il ne parvient pas à percer le dépôt, qui d'ailleurs devient aquifère et boulant à une faible profondeur.

Les voitures conduisent successivement les excursionnistes dans les

beaux-gîtes de BERG, PETIT-SPAUWEN, GRAND-SPAUWEN, RYCKHOVEN et VIEUX-JONCS. La multiplicité des points vus, des gîtes observés et fouillés et l'intérêt de chacun d'eux au point de vue de l'établissement des niveaux secondaires du Tongrien supérieur et du Rupelien ne permettent guère de retracer dans ce rapide compte rendu les observations qui ont été faites et qui, sans aucune discussion ni contestation, ont confirmé les vues, observations et découvertes de M. Van den Broeck, ainsi que la partie correspondante des tracés de sa carte géologique à l'échelle du 20.000e.

Le résumé de ces données se trouve exposé dans le premier fascicule d'une étude consacrée, par M. Van den Broeck, à la réunion des « Matériaux pour l'étude de l'Oligocène belge », fascicule intitulé : *Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien supérieur du Brabant* (1).

Qu'il nous suffise de dire que les excursionnistes ont pu constater par eux-mêmes combien M. Van den Broeck a été fondé, par ses observations et recherches minutieuses à Berg, à Petit-Spauwen, à Vieux-Joncs — et qu'il a étendues à Vryhern près de Hern-Saint-Hubert — de déclarer que la confusion qui avait naguère existé entre le Tongrien supérieur et le Rupelien inférieur, provenait surtout de ce fait que les listes publiées naguère, d'après Bosquet, par d'Omalius et dans le Prodrome de M. Dewalque et ailleurs, renfermaient, réunis, les éléments hétérogènes rupeliens et tongriens des nombreux gîtes oligocènes du Limbourg, où la mer rupelienne a dénudé et affouillé des gisements fossilifères sous-jacents du Tongrien supérieur.

Les divers gîtes à faunes mélangées que M. Van den Broeck a fait voir aux excursionnistes et le contraste faunique et des caractères physiques qu'ils présentent avec un gîte rupelien pur, tel que celui exhibé par une excavation préparée d'avance à l'occasion de notre visite à Berg, ont permis de faire constater, à première vue, le bien fondé des éclaircissements apportés dans la question. Il est mis définitivement hors de doute que le Rupelien n'a nullement englobé, dans le Limbourg, aucune phase de sédimentation fluvio-marine présentant quelque analogie avec celle si caractéristique du Tongrien supérieur de ces parages.

La division du Tongrien supérieur en trois horizons superposés, proposée par M. Van den Broeck en 1882 (2) a paru absolument conforme aux constatations faites pendant la course, avec cette restriction,

(1) *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, tome VII, 1893 ; Procès-Verbaux, pp. 108-302. Voir spécialement pp. 212-231, 270-277 et 284 à 290.

(2) *Exposé sommaire des observations et découvertes stratigraphiques et paléontologiques faites dans les dépôts marins et fluvio-marins du Limbourg pendant les*

bien entendue, que l'horizon inférieur, localisé dans le Brabant et dans des régions non comprises dans l'itinéraire de la Société, n'a pu être soumis à un contrôle direct.

Voici, en somme, comment s'établit, d'après M. *Van den Broeck*, l'échelle stratigraphique de l'étage tongrien, sous-jacent à l'étage rupelien, dont le détail stratigraphique a été fourni tantôt.

OLIGOCÈNE INFÉRIEUR	Étage tongrien	TONGRIEN SUPÉRIEUR	T*g2o* Sable de Vieux-Joncs, à *Cerithium plicatum.*
			T*g2n* Glaise de Henis, à *Cytherea incrassata.*
			T*g2m* Sable de Bautersem, à *Cyrena semistriata.*
		TONGRIEN INFÉRIEUR	T*g1n* Argile verte, alternances de sable et d'argile (apparition des lagunes).
			T*g1d* Sable micacé, finement stratifié, de Neerrepen (plages sous-marins, émersion).
			T*g1c* Sable argileux micacé, à *Ostrea ventilabrum.*
			T*g1b* Sable peu glauconifère, parfois assez meuble (immersion).
			T*g1a* Cailloux de silex, ou gravier de quartz.

L'horizon T*g2m*, ou de Bautersem, base du Tongrien supérieur, (qui renferme, avec des graines de Chara, la *Lymnea longiscata* et une faune d'eau douce et terrestre contenue dans des marnes très localisées), manque complètement dans le Limbourg oriental. Il en est très souvent de même du niveau terminal T*g1n* du Tongrien inférieur. Cette lacune, ou plutôt cette *absence régionale* des dits dépôts, paraît coïncider avec l'apparition de la légère démarcation stratigraphique graveleuse que M. Van den Broeck a signalée tantôt dans le chemin creux de Brouck et qu'il a encore retrouvée en d'autres points du bassin oriental oligocène.

Qu'il soit permis au conducteur de la course d'émettre ici quelques réflexions au sujet de la classification de l'Oligocène de nos contrées.

La distinction des couches de l'Oligocène belge en deux étages, *Tongrien* et *Rupelien* appartenant, le premier à l'Oligocène inférieur, le second à l'Oligocène moyen, est certainement d'accord avec ce fait régional, et qui paraît n'intéresser que la Belgique, d'après lequel la plus importante démarcation stratigraphique de la série belge existe bien *à la base* du Rupelien et coïncide avec *une invasion marine* très

années 1880 et 1881, etc., par E. VAN DEN BROECK (Ann Soc. Roy. Malac. de Belgique, t. XVI et t. XVII (1881-1882). Bulletin des séances, respectivement p. CXXV et VIII.

générale et nettement établie partout sur le territoire de l'Oligocène belge, invasion marine qui est synchronique de celle du Stampien français, bon type de l'Oligocène moyen. Cette démarcation en deux étages régionaux a forcé les géologues belges à renfermer dans l'Oligocène inférieur les horizons supérieurs fluvio-marins et lagunaires du Tongrien. Cela est assurément plus pratique et plus commode *pour nous*, et nos deux Services successifs de la Carte géologique ont adopté cette assimilation, qui se résume d'ailleurs en une simple question d'accolade dans l'échelle stratigraphique des dépôts.

Mais si, faisant abstraction du phénomène régional, on envisage l'évolution générale des phénomènes et des faunes, on doit reconnaître qu'il serait plus logique et plus conforme à ce qui se présente dans les contrées voisines : France, Angleterre et Allemagne, de ne rapporter à l'Oligocène inférieur que l'assise inférieure de l'étage tongrien, c'est-à-dire les sables essentiellement marins à *Ostrea ventilabrum* (Grimmertingen et Neerrepen) et de faire commencer l'Oligocène moyen avec *un étage spécial* qui, au lieu de s'appeler Tongrien supérieur, pourrait par exemple s'appeler le *Henisien*, type accentué du dépôt lagunaire et des niveaux d'argile verte *à Cytherea incrassata* et *à Cyrena semistriata*, si bien représentés dans les pays précités.

L'Oligocène moyen serait alors constitué chez nous par cet *étage Henisien*, à facies lagunaire et fluvio-marin, suivi de l'étage, purement marin, du *Rupelien*. C'eût été la vraie solution, pouvant mettre la série oligocène belge d'accord avec les classifications générales, et M. Van den Broeck rappelle que, déjà en 1867, M. le prof. von Koenen (*Geol. Mag.*, t. IV) en a fait la proposition formelle. Il est à remarquer encore, que sous le nom de *Henisin*, tiré de la localité classique de *Henis*, dans le Limbourg belge, M. le Professeur Mayer-Eymar a proposé, depuis 1881, la création d'un étage qui, dit-il, constitue le sous-étage inférieur du Rupelien dans l'Oligocène moyen belge. En réalité le *Henisin*, ou *Henisien*, comme il conviendrait mieux de l'appeler, devrait être considéré comme constitué aux dépens du Tongrien, dont il représente l'assise supérieure lagunaire et fluvio-marine. Il n'a rien à voir avec le Rupelien, qui lui a nettement succédé par discordance marine.

En France et ailleurs, on a eu le tort de détourner le terme TONGRIEN de sa signification propre, indiquée et nettement définie cependant par Dumont. On étend cette appellation de Tongrien à l'ensemble des étages tongrien et rupelien de Dumont, et l'on en fait ainsi un étage complexe qui remonte à tort jusqu'aux couches les plus typiques de l'Oligocène moyen ! Les représentants français de nos deux étages constituent en effet, sous les noms de *Sannoisien* et de *Stam-*

pien, l'ensemble de ce vaste Tongrien hétérogène, ainsi détourné de sa signification primitive et restreinte.

Il n'y a pas en France de couches marines *développées* représentant notre Tongrien inférieur marin et toute la sédimentation du *Sannoisien*, qui le représente, a persisté sous un facies saumâtre et fluvio-marin (analogue à celui de notre Tongrien supérieur ou Henisien), facies englobant des dépôts lagunaires de glaises vertes à Cyrènes et le calcaire de Brie, celui-ci accompagné de quelques équivalents marins localisés. Notre *Henisien*, ou Tongrien supérieur belge, n'est donc synchronique que des COUCHES SUPÉRIEURES du *Sannoisien* de France, dont les parties inférieures avaient déjà ce même facies lagunaire saumâtre et fluvio-marin, pendant que des eaux marines correspondantes couvraient la majeure partie du territoire belge, en y englobant les anciennes plaines qui sont *devenues* les hauteurs *actuelles* du flanc septentrional de l'Ardenne. Quant au Stampien (sable d'Étampes et de Fontainebleau), c'est exactement notre étage rupelien.

L'*Aquitanien* français (calcaire de la Beauce) représente l'Oligocène supérieur qui, s'il est représenté par des sables à lignites, sur le territoire belge — ce qui n'est nullement certain — ne peut être cherché que dans les parties les plus orientales et septentrionales, encore peu connues, de la Campine limbourgeoise. S'il y existe il doit être compris entre le dernier terme R*2d* de notre Rupelien supérieur et la base de notre Miocène bolderien (ou Anversien).

Le fâcheux « démarquage » stratigraphique dont a été l'objet l'excellent terme *Tongrien* de Dumont a produit les conséquences les plus désastreuses. Notre Tongrien marin belge est parfois si mal compris à l'étranger, dans ses relations chronologiques générales, que l'on en arrive à constater, même dans les meilleurs traités de géologie, comme par exemple celui de M. *de Lapparent* (voir 3e édition, 1893, 2e partie, p. 1239), des malentendus fâcheux ; nous citerons notamment cette proposition, faite sous réserve cependant, de rattacher à l'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR notre Tongrien marin de Grimmertingen et de Neerrepen (T*g1c*, T*g1d* de la légende de la carte). Il est vrai que M. de Lapparent admet, comme correctif, que les dépôts ludiens, auxquels il est tenté de rapporter notre Tongrien marin, sont réunis à l'Oligocène par la plupart des géologues allemands.

Ce qui est plus fâcheux peut-être, c'est de voir dans le même *Traité*, encore groupés avec l'Oligocène, les sables blancs du Bolderberg, qui appartiennent en réalité au *Miocène supérieur* et qui n'ont rien à voir, malgré l'avis contraire de M. Dewalque — que plus personne ne suit dans cette voie — avec la série oligocène. Tout en persistant à présen-

ter un groupement reconnu aujourd'hui inadmissible (1), M. de Lapparent prête l'autorité de son nom à cette erreur plus grave encore (p. 1284) d'après laquelle les dépôts marins de l'*ancien* Rupelien de Dumont (qui est notre Rupelien *actuel*) et du Bolderien sableux blanc précité, représenteraient en Belgique l'Aquitanien! Il serait difficile de fournir des données et une affirmation plus contestables et il ne peut y avoir là qu'une méprise ou une distraction de la part du très estimable et très savant auteur du *Traité de Géologie*.

Il est grand temps maintenant de fermer cette parenthèse et de revenir au compte rendu de la course.

La tournée en voitures de la matinée s'est terminée par la visite du parc du château de VIEUX-JONCS (Oude-Biesen) dont l'accès est devenu beaucoup plus difficile à obtenir qu'auparavant. Le gîte classique se présente bien moins avantageusement que naguère; néanmoins les excursionnistes y ont fait une ample récolte de fossiles caractéristiques.

Après un déjeuner réconfortant autant qu'agréable à Hoesselt, les excursionnistes ont repris les voitures pour se rendre à la colline de SCHALKHOVEN.

Le flanc occidental de cette éminence montre un contact du sable rupelien R*1b* sur le Tongrien supérieur, représenté par la glaise de Henis T*g2n* et on a pu constater que très généralement un tel contact s'opère sans l'intervention des cailloux du niveau de base : R*1a*. C'est même un cas si général que des auteurs, avant les recherches opérées par M. Van den Broeck en 1880-81 et exposées en 1882 (2) avaient pensé qu'il y avait disparition constante du cailloutis R*1a* en cas de superposition du Rupelien R*1b* à la glaise de Henis. La vérité est que au-dessus de la glaise on ne constate que *très exceptionnellement* ce cailloutis si caractéristique de la base du Rupelien. Quand les cailloux s'y trouvent ils s'y montrent nombreux.

Dans la colline de *Schalkhoven* les termes R*1b* R*1c* du Rupelien inférieur atteignent un développement global de 11 mètres. La belle coupe de 8 mètres de sable rupelien du chemin creux est ensuite examinée par les excursionnistes, qui y retrouvent exactement la même succession de dépôts R*1d*, R*2a*, R*2b* et R*2c* que dans la grande sablière

(1) Comme on l'a vu plus haut, le texte de la feuille de Bilsen, qui date de 1883, est, avant le *Traité* de M. de Lapparent — dont la première édition date de 1882 — tombé dans la même erreur d'interprétation ; mais cette erreur a été reconnue peu de temps après et on aurait pu espérer que la dernière édition du *Traité* ne l'aurait plus reproduite.

(2) *Exposé sommaire* (*loc. cit.*).

de Bilsen. Il est à remarquer ici que le gravier inférieur R*2a*, base de l'assise rupelienne supérieure est accompagné de nombreuses empreintes de lamellibranches, que quelques excursionnistes tentent vainement d'isoler et de rapporter en bon état. La « récurrence » graveleuse se trouve à 4 mètres au-dessus de R*2b*, mais ici il n'est plus possible d'observer aucune empreinte. Des constatations faites il résulte que l'assise supérieure atteint à Schalkhoven un développement d'environ 7 mètres et l'assise inférieure environ 14 mètres : ce qui donne 21 mètres au Rupelien, mesuré vers la base de l'argile supérieure R*2c*, presque entièrement enlevée par dénudation ultérieure.

Le chemin montant de VRYHERN fournit ensuite une coupe intéressante, que M. Van den Broeck avait naguère pu étudier dans des conditions de visibilité bien meilleures qu'en ce jour. On y trouve cependant encore les preuves incontestables de l'*ablation* des niveaux marneux supérieurs de l'horizon T*g2o* qui, de 3 à 4 mètres qu'il a à Vieux-Joncs et à Kleyn-Spauwen, est réduit à ses niveaux de base, ayant tout au plus $1^{m}.50$ d'épaisseur. Le Rupelien marin, qui a raviné ces dépôts, montre un premier cailloutis de base très développé, qui a fouillé le dépôt fluvio-marin et lagunaire tongrien et en a accumulé les coquilles fluvio-marines caractéristiques, les réunissant à ses propres éléments fauniques marins. A $0^{m}.20$ plus haut apparaît, dans le Rupelien, un banc de Pétoncles accompagné d'une faune presque exclusivement marine et mélangé de quelques cailloux et graviers confirmant la thèse tantôt exposée à Waltwilder et à Schalkhoven par M. Van den Broeck au sujet de la *signification* de certains niveaux à éléments grossiers, *incorporés*, *sans portée statigraphique*, *au sein de dépôts sableux*, naguère garnis de bancs fossilifères.

La faune du Tongrien supérieur de Vryhern, énumérée dans le texte explicatif de M. Van den Broeck, s'est montrée ici contenir des espèces terrestres et fluviatiles : *Pupa, Planorbis*, *Lymnea*, *Chara*, en compagnie des espèces ordinaires, appartenant aux genres *Pleurotoma*, *Fusus*, *Cerithium*, *Bithinia*, *Melania*, *Rissoa*, *Pectunculus*, *Cyrena*, *Corbula*, etc. du Tongrien fluvio-marin.

Les excursionnistes sont unanimes à reconnaître que la coupe du chemin creux de Vryhern a une importance géologique considérable et que M. Van den Broeck était en droit d'en dire p. 71 dans son texte explicatif : « Elle fournit, outre des données précieuses sur les relations » stratigraphiques et paléontologiques des étages tongrien et rupelien, » un cas remarquable où l'affouillement de l'horizon T*g2o* est pris » sur le fait et enfin elle donne la clef de cette opinion erronée qui avait

» prévalu jusqu'au moment de mes recherches, faisant admettre qu'il » existait à la base de l'étage rupelien un horizon fluvio-marin *in situ*, » peu ou point différent du niveau T*g2o* de Vieux-Joncs, Petit- » Spauwen, etc. Cette confusion regrettable et qui a si complètement » faussé jusqu'ici les listes dressées pour représenter la faune du » Rupelien, provient de ce que l'on n'a pas tenu compte de ce fait, si » important, que certains gisements rupeliens contiennent à leur base, » comme celui du chemin creux de Vryhern, les éléments *remaniés* de » dépôts fluvio-marins tongriens, sous-jacents, ou bien complètement » dénudés et anéantis.

» Un enseignement important se dégage de l'étude des couches fossi- » lifères formant la base de l'étage rupelien, dans la coupe de Vryhern : » c'est le danger qu'il y a de comprendre dans l'énumération des » éléments fauniques d'un horizon déterminé, la liste des espèces » recueillies **à sa base**, surtout lorsque celle-ci est formée d'un véritable » *cordon littoral*, à éléments grossiers et *remaniés*. Il faut, en un mot, » faire abstraction des couches dont la faune n'est pas entièrement *in* » *situ*, à moins que l'on ne possède un caractère suffisant pour dis- » tinguer en toute certitude les éléments remaniés de ceux réellement » en place. Ce criterium est assez souvent fourni par l'*état* de *fossili-* » *sation* (minéralisation plus accentuée), par la couleur ou l'état de » conservation des fossiles, ou bien encore, comme ici à Vryhern, par » l'adjonction, à ces caractères physiques, des données fournies par le » genre de vie, par l'habitat en un mot, des organismes qui se trouvent » ainsi confondus malgré leurs origines différentes.

» Si l'on ne tenait pas compte des mélanges fauniques qui s'observent » très fréquemment à la base des dépôts, on s'exposerait à considérer » comme possédant les caractères paléontologiques de *couches de* » *passage* les niveaux qui, au contraire, établissent les *démarcations* » nettes au sein des dépôts. »

La colline de KEY-BERG, dont Vryhern constitue le bas du contre-fort occidental, montre ensuite aux excursionnistes un contact du Bolderien miocène glauconifère sur l'argile rupelienne supérieure. Ce contact, qui s'établit à la cote 110, fait reconnaître aux excursionnistes l'existence à ce niveau, des cailloux séparatifs (B*da*) dont la présence avait été mise en doute par M. *Dewalque* et d'autres géologues, qui nulle part n'avaient pu les observer.

Dans les descriptions que donne son texte explicatif de la feuille de Bilsen, M. Van den Broeck a attribué aux sables bolderiens de la colline de Key-Berg une proportion d'éléments glauconieux et une ana-

logie lithologique complète avec le Bolderien de Waltwilder, que les présentes constatations semblent quelque peu infirmer Le développement vertical de trois mètres qu'il a attribué à ces sables ne paraît pas non plus pouvoir se confirmer, du moins dans les conditions actuelles d'observation. Ce qui reste bien établi, c'est la différence sensible qu'il a signalée entre la nature des éléments grossiers de la base du Bolderien de Waltwilder et de celui du Key-Berg.

A Waltwilder, ces cailloux étaient généralement représentés par des silex gris très corrodés, effrités et de formes irrégulières, tandis qu'au Key-Berg on se trouve en présence de silex généralement noirs, ovoïdes, non altérés et ayant une provenance manifestement autre que celle des éléments grossiers de base à Waltwilder. Certains de ces cailloux roulés du Bolderien de Key-Berg avaient déjà été cités par M. Van den Broeck comme atteignant des dimensions exceptionnelles. Il en a mesuré ayant quatorze centimètres de long sur huit centimètres de large.

Il résulte des constatations faites au Key-Berg par les excursionnistes que peut-être il conviendra de s'assurer s'il n'existe pas un îlot terminal de *sable pliocène diestien* couronnant l'extrême sommet de la colline de Key-Berg, opinion que M. Van den Broeck accepte comme parfaitement admissible et qu'il se réserve d'examiner ultérieurement. Cette manière de voir expliquerait certaines constatations qu'il a faites dans divers sondages effectués par lui au Key-Berg.

Après l'exploration du Key-Berg, les voitures, continuant leur marche vers le sud, amènent les excursionnistes sur le territoire de la feuille de Tongres.

Avant d'arriver aux classiques exploitations de Henis, situées à droite de la route de Bilsen, au sud de la 21e borne, la route gravit successivement le sommet de deux collines. Celle de l'ERMITAGE, dont l'altitude (120 m.) est à peu près celle de la colline de Key-Berg, dont elle ne constitue qu'un long éperon méridional, montre de nouveau la superposition du Bolderien fin, jaune, micacé, à la glaise rupelienne. Les éléments poudingiformes, les grès ferrugineux et les sables grossiers dont on constate ici la présence dans le diluvium quaternaire, tendent à donner un certain appui à la thèse, exprimée par quelques excursionnistes au Key-Berg, que le Diestien, actuellement dénudé ici et lavé par la sédimentation fluviale quaternaire, pourrait avoir primitivement existé dans ces parages. M. Van den Broeck fait remarquer que les galets de silex du poudingue ferrugineux qui constitue la base du quaternaire sont très altérés, cachalonisés et changés par là complètement d'aspect lithologique. Il y aura lieu d'examiner ultérieurement, en cas

de vérification des idées de M. Mourlon sur l'extension de la mer quaternaire moséenne vers le sud, si l'on ne se trouverait pas en présence ici du *cordon littoral* de cette mer moséenne, plutôt qu'en face de dépôts quaternaires fluviaux occupant ces hauteurs ?

La colline de VAAR-HENIS (1), au nord de Rixingen, et qu'un vallonnement d'une dizaine de mètres de profondeur sépare du sommet de la colline de l'Ermitage, s'élève à la cote 120 et est, comme les deux précédentes, couronnée par le Bolderien. Le chemin creux de l'ouest qui traverse les parties supérieures de cette éminence, fournit aux excursionnistes une bonne coupe, qui leur fait constater de nouveau la base caillouteuse du Bolderien reposant sur l'argile supérieure rupelienne, puis la masse des sables rupeliens avec le gravier séparatif R*2a*. Les deux assises du Rupelien en contact se montrent ici plus argileuses que de coutume ; la zone sableuse R*2b* paraît même singulièrement réduite par envahissement local de l'élément argileux dans tout le développement de l'assise supérieure R*2*. Il paraît d'ailleurs en être de même pour l'assise inférieure R*1*, car M. Van den Broeck signale avoir fait sur le flanc oriental de la colline un sondage qui, à 2 mètres seulement, sous la base de l'argile à Nucules R*1c*, lui a fait rencontrer les cailloux de base R*1a* du Rupelien inférieur.

Arrivés aux classiques tuileries de HENIS, les excursionnistes constatent avec regret qu'elles sont fermées et abandonnées. Un peu plus loin en face, et contre la chaussée, s'ouvrent des briqueteries qui leur permettent d'étudier le limon. Sous 2 m. 50 de limon, entièrement décalcifié par l'action des infiltrations d'eaux météoriques et changé par ce fait en une excellente terre à briques, s'observe un niveau caillouteux qui sépare nettement ce dépôt « hesbayen » d'un sable fin argileux appartenant au Campinien (l'ancien diluvium de nos plaines moyennes).

Prenant la chaussée transversale qui, au sud de Henis, mène, à l'ouest, vers la route de Hasselt, les voitures nous déposent bientôt à proximité d'une importante tuilerie de glaise verte plastique, établie au même niveau stratigraphique que celle de Henis, et qui montre un bon développement de ces glaises vertes et noires, homogènes et épaisses d'au moins 2 m. 60, dans la partie visible de l'exploitation. Ces glaises sont très « azoïques » et ne renferment guère, localisées dans des niveaux argilo-sableux, ou purement sableux (très minces alors), que

(1) Sur certaines éditions de la carte topographique au 20,000e, la localité de Vaar-Henis se trouve indiquée sous le nom de Vryhern ; ce qui prêtait à confusion avec le hameau de Vryhern, près Hern-Saint-Hubert.

des débris de Cyrènes et de *Cytherea incrassata*. M. *Van den Broeck* considère ces glaises vertes, très généralement répandues partout dans l'Oligocène de France, d'Allemagne et d'Angleterre, comme un résultat de la *précipitation verticale* des particules fines en suspension dans des cours d'eaux douces ayant coulé à travers de régions riches en sédiments glauconieux : précipitation qui se serait effectuée au contact des eaux salées de la mer. C'était là un milieu de sédimentation assez rapide, sujet à des déplacements latéraux variables et multiples suivant les modifications d'état et de cours des nombreuses branches des estuaires ; à tous égards, ces conditions devaient être défavorables à l'établissement ou au maintien de toute vie organique.

Entre la tuilerie située au sud de la 21e borne de la route de Maastricht et la ligne de la route de Bilsen quittée tantôt, s'élève une colline, boisée par places, et constituant une dénivellation d'environ 25 mètres. En préparant l'excursion, M. Van den Broeck y a découvert un bon contact caillouteux, qu'il *croit* pouvoir rapporter au Rupelien supérieur. Ce contact serait sous-jacent à 1 m. 70 de sable à R*2b* et reposerait sur le sable R*1d*, ou du sommet du Rupelien inférieur. La particularité intéressante de ce contact consisterait en ce que, au lieu d'être constitué, comme dans la grande sablière de Bilsen, comme à Schalkhoven et comme à Vaar-Henis, par un simple gravier à grains miliaires, il est formé ici par un *cailloutis* développé avec des cailloux de silex, les uns plats et noirs comme ceux de la base du Rupelien, les autres irréguliers et difformes ; le tout entremêlé de gravier miliaire.

Conformément à l'opinion émise par quelques excursionnistes, M. Van den Broeck reconnaît d'ailleurs qu'il reste à s'assurer, à l'aide de sondages effectués à la base du talus montrant cette intéressante coupe, si l'on ne se trouverait pas ici en présence du *résidu* insoluble d'un simple banc coquillier à Pétoncles du niveau inférieur R*1b*, auquel appartiendrait alors toute la masse de sédiments visibles dans la coupe.

Visite à la fontaine ferrugineuse de Pline.

Avant d'arriver à l'antique fontaine ferrugineuse de Pline, dont la visite doit clôturer les travaux de la journée, les excursionnistes, arrivés à un peu plus d'un kilomètre au N.-W. de Tongres, descendent de voiture et vont voir une autre « fontaine d'eau ferrugineuse » au sujet de laquelle il a été fourni quelques détails et une analyse dans l'étude de notre collègue M. le Dr *Poskin*, publiée pp. 358-382 dans le tome II (1888) du Bulletin de la Société (1).

(1) *Les sources minérales de la Belgique, nomenclature, géographie, analyses et bibliographie*, par le Dr Poskin. Voir p. 379,

Cette fontaine, à l'encontre de la fontaine dite de Pline, située à 600 mètres plus au S.-W., laisse, dès sa sortie de terre, largement déposer son fer, sous forme d'un résidu d'aspect ocreux abondant. On l'appelle, dit M. Poskin, la fontaine de la montagne de fer et encore *eau de Malaise*, du nom de la ferme où elle jaillit naguère à la suite du creusement d'un puits. Mais cette dernière indication paraît devoir être erronée, on verra plus loin pourquoi. Dans le pays, cette eau a la réputation de donner des coliques lorsqu'on la boit étant en sueur. La source sort actuellement en assez grande abondance d'un tubage métallique d'assez fort diamètre.

Les excursionnistes s'engagent ensuite dans le pittoresque et frais site ombreux qui protège les vertes pelouses où s'élève la fontaine dite *Fontaine de Pline*. Bien que différentes sources d'eaux minérales des provinces de Liége et de Limbourg se disputent l'honneur d'avoir été signalées par Pline dans le chapitre II du livre III de son Histoire Naturelle, l'attribution qui y rapporte la belle source ferrugineuse de Tongres paraît assez justifiée, avec cette restriction cependant d'un déplacement latéral assez grand du lieu primitif de jaillissement. M. *A. Poskin* (*loc. cit.*) a fourni la liste bibliographique de dix-sept ouvrages consacrés à la fontaine ferrugineuse de Tongres. Cette eau acidule, claire, limpide, à odeur et à saveur ferrugineuse, n'est vraiment pas désagréable à boire et les excursionnistes ne se font pas faute d'en goûter... et ensuite d'en comparer les qualités et la saveur à celles, très diverses, offertes par un débit de vins d'Espagne et du Portugal, appelé semble-t-il, à adoucir les sensations de certains palais qui n'apprécient pas autant que d'autres les charmes du léger goût d'encre procuré par l'eau de la fontaine. La température de la source serait de 12 à 13° ; ce qui paraît être un chiffre assez élevé. Faute de thermomètre nous n'avons pu le vérifier. Le débit de la source a été signalé comme étant de 50.000 litres par 24 heures (Durand-Fardel), mais ce chiffre semble fortement exagéré. La présence dans cette eau d'une proportion sensible (0 gr. 066 par litre, d'après l'analyse faite, en 1851, par M. *Martens*) de *matières organiques azotées*, celle de la même proportion d'*acide crénique*, la constatation d'une proportion d'*acide carbonique libre* s'élevant, d'après le même auteur, à 103 cc. par litre et de 27 cc. *d'azote gazeux*, font défendre par M. *Van den Broeck* la thèse que ces éléments de la fontaine de Tongres lui sont fournis par la décomposition des matières organiques tourbeuses et autres, qu'il a constatées être particulièrement développées dans ce site. La fontaine, en effet, jaillit au fond d'une sorte de vaste entonnoir aux bords irréguliers et digités par places (comme vers la direction de l'autre fontaine

ferrugineuse visitée tantôt) et n'ayant comme débouché, qu'un très étroit défilé dans la direction du N.-W., ayant tout au plus une largeur, au niveau de la nappe d'alluvion, d'environ 100 mètres. Cet entonnoir, vaste et profond, a ses bords, commençant en pente très brusque, aux côtes 100 et 105. Les prairies tourbeuses qui en constituent le plancher sont situées à la cote 74.

Dans le sens de son grand axe, orienté S.-W. N.-E., cet entonnoir présente un développement dépassant largement 2 kilomètres et dans le sens de son petit axe il mesure du S.-E. jusqu'à la fontaine, 1 kilomètre. Cette vaste dépression circulaire, absolument isolée et *sans autre issue pour l'écoulement des eaux pluviales* et d'infiltration superficielle que le défilé constitué par la longue et étroite gorge (d'un kilomètre de long) qui se trouve derrière la fontaine de Pline et en aval du jaillissement, constitue donc un énorme réservoir naturel d'absorption pluviale, dont le fond, relativement plat, est constitué par deux digitations principales de vastes prairies tourbeuses qui se réunissent précisément devant la fontaine. Plus à l'est, elles se trouvent légèrement séparées par un léger promontoire, d'environ 5 mètres, du limon quaternaire remanié, résultant sans doute des coulées torrentielles du ravin N.-E., ou de la fontaine vue tout à l'heure.

Or les eaux qui s'accumulent dans ce réservoir, qui s'infiltrent dans les sables meubles du Tongrien *glauconifère* (c'est-à-dire à sels ferrugineux aisément oxydables) trouvent, dans les bas niveaux, un véritable matelas de matières organiques en décomposition. M. Van den Broeck en a eu la preuve par les sondages de 5 à 6 mètres qu'il a effectués à proximité de la fontaine, ainsi que près de l'étang *tourbeux* qui lui sert de déversoir à proximité du ruisselet qui, au travers du défilé de l'Ouest, sert de décharge à la fontaine.

Il n'y a trouvé que des alluvions grasses, des matières organiques végétales en voie de décomposition tourbeuse.

Le bâtiment de la buvette situé à côté de la fontaine est d'ailleurs bâti sur pilotis.

Tous les éléments qui minéralisent les eaux de la fontaine : fer, acide carbonique, matières azotées gazeuses et organiques, acide crénique, etc., trouvent donc incontestablement leur origine dans la composition des dépôts du sous-sol tongrien de l'entonnoir et dans celle de son recouvrement tourbeux et alluvial de bas niveau. La fontaine n'est autre chose qu'un trop plein du niveau aquifère, en forme de cirque, du réservoir qui, ne parvenant pas à se frayer passage par l'étroit chenal de derrière la fontaine, surgit en ce point grâce à un ancien travail de captation, ou tout au moins de simple dégagement

vertical. La nappe aquifère *se relève* évidemment dans le sol tout autour de la dépression constituée par l'entonnoir dont le fond, à la cote 74, est à 25 mètres sous les bords de la cuvette, et c'est ce *relèvement à petite distance* et *périphériquement au point d'émergence de la fontaine*, qui permet à celle-ci d'atteindre un certain niveau de *jaillissemeni* au-dessus du sol des prairies environnantes. C'est une nappe superficielle phréatique, qui cherche à reprendre son niveau, établi au sein des pentes circonvoisines de l'entonnoir.

L'exemple si clair et si caractéristique de la fontaine de Pline montre une fois de plus, d'après M. Van den Broeck, combien il est peu nécessaire d'invoquer des *actions internes*, des *émanations souterraines* pour expliquer la présence d'*acide carbonique* et de *sels ferrugineux et autres* dans des *eaux minérales* dont les éléments sont dus à de simples réactions chimiques élaborées, presque à fleur du sol, aux dépens des substances minérales du sous-sol voisin et des matières végétales en décomposition dans le sol superficiel.

L'exposé de ces vues n'a pas été, en réalité, fait d'une manière aussi complète ni détaillée au moment même de l'excursion, sur le désir qu'une partie des excursionnistes avaient exprimé, après cette longue journée d'observations et d'études si variées, de se retrouver confortablement assis autour d'une nappe blanche et de s'entourer de liquides d'intérêt moins « géologique » que les eaux de la Fontaine de Pline. Mais l'auteur du présent compte rendu a cru utile de développer ici ce qu'il se proposait d'exposer moins sommairement à ses collègues si le temps et les circonstances l'avaient permis. Il convient d'ajouter incidemment qu'aux portes même de Bilsen sur le flanc inférieur du côteau de LEETHEM, où il existe également, à proximité des alluvions tourbeuses du Demer, une côte élevée de sable glauconifère tongrien, on trouve à la base de cette côte une petite source nettement ferrugineuse, bien connue dans les environs. Toutefois, comme celle de la fontaine vue en premier lieu, elle dépose à sa sortie de terre une incrustation abondante d'éléments ferrugineux.

Les excursionnistes, réunis sous le frais ombrage du beau site de la fontaine, obtiennent quelques éclaircissements sur place du gérant de la buvette et d'autres personnes présentes. La source fournit actuellement un débit constant de 18 litres par minute, soit d'environ 26 mètres cubes par 24 heures. C'est donc la moitié du débit indiqué tantôt d'après Durand-Fardel (1). Il n'y a à la sortie aucun dépôt ferrugineux

(1) Il est à remarquer toutefois que dans l'article consacré en 1848, dans le *Journal de Pharmacie d'Anvers*, par M. *V. Lamine*, pharmacien à Tongres, à l'analyse des

appréciable. L'eau est fraîche au goût, pure et claire d'aspect. On en tire environ 4 à 500 tonnes par an, employées industriellement à Tongres pour faire des « syphons » d'un goût agréable, malgré une légère saveur astringente ferrugineuse. Du 15 juillet au 15 septembre, soit pendant les chaleurs de l'été, on en prélève dans ce but 80 tonnes.

Le puits d'alimentation de la fontaine, creusé dans les alluvions, est profond de 6 m. 50.

Il paraîtrait que des médecins étrangers sont venus, à plusieurs reprises, étudier la source et y ont envoyé des malades *anémiques*, qui seraient retournés guéris après deux ou trois mois de séjour.

Répondant à une question d'un des excursionnistes au sujet de la nocivité possible, sous l'influence de certaines circonstances pouvant se présenter dans les habitations humaines qui existent dans les divers points de l'entonnoir, dont toutes les eaux ruisselantes et d'infiltration convergent vers la « source de Pline » et vers le défilé auquel elle sert d'avant-poste, M. Van den Broeck fait remarquer d'abord que le dit entonnoir, si vaste qu'il soit, est fort peu habité. On y trouve cependant une vingtaine de maisons réunies au hameau dit BROECK (1) et situées de 600 à 900 mètres à l'E.-S.-E. de la fontaine. C'est un point à surveiller évidemment en cas de typhus ou d'épidémie analogue, d'autant plus que c'est dans ces parages que sourdait, semble-t-il, l'ancienne source romaine, dont le jaillissement s'est déplacé. Des communications internes, à la base des alluvions, sont donc possibles. Le vaste et imposant château de BÉTHO, entouré de larges fossés, et qui est situé à 200 mètres au sud de la fontaine, ne paraît pas appelé à devenir bien dangereux, surtout vu sa situation assez *latérale* relativement au sens de l'écoulement des eaux. Quelques maisons existent encore éparses dans l'entonnoir, à 500 mètres à l'est de la fontaine et sont échelonnées le long de la route de Tongres à Hasselt qui traverse la dite dépression du sol.

D'autres encore sont éparpillées des deux côtés de la grande digitation N.-E. de l'entonnoir et ne pourront guère arriver à contaminer éventuellement en temps d'épidémie, que la fontaine vue tantôt, à résidu ferrugineux. On peut considérer ces habitations comme étant dans l'impossibilité de réagir d'une manière sensible sur la qualité des eaux de la Fontaine de Pline, qui d'ailleurs a fait ses preuves depuis

eaux de la fontaine de Pline, le débit est renseigné être de 35 litres par minute. L'auteur signale la diminution sensible du degré de minéralisation de ces eaux à cette époque, par rapport au résultat des analyses anciennes et notamment de celles de 1700 (Bresmael).

(1) Ce mot flamand a pour signification : *marais*.

les longs siècles pendant lesquels elle a été connue et utilisée, sans avoir jamais été signalée comme ayant donné lieu à aucun inconvénient.

Cette visite à l'antique fontaine réveille chez quelques collègues érudits des réminiscences historiques sur les vicissitudes nombreuses auxquelles a dû assister la dite Fontaine lors des incendies, pillages, sièges, massacres et tourmentes politiques et révolutionnaires de toute nature dont l'antique Tongres fut naguère le théâtre. Il est d'ailleurs connu et établi que certaines d'entre elles firent complètement disparaître et perdre de vue la fontaine antique. Attila lui-même, à la tête de ses hordes dévastatrices, détruisit entièrement Tongres en 454. Les Normands lui firent subir le même sort. C'est lors de la démolition de Tongres par le duc Charles de Bourgogne que, pour la dernière fois la fontaine, alors encore située à Broeck, près de l'enceinte de la ville, disparut dans les ruines de celle-ci. L'endroit garde encore le nom d'*Yzerbron* (source de fer ou source ferrugineuse). Il est d'ailleurs certain que l'ancienne fontaine romaine n'occupait pas du tout l'emplacement de la fontaine actuelle, qui ne mérite donc qu'indirectement, et par déplacement ultérieur du point de sortie des eaux, le nom de fontaine de Pline. On aurait retrouvé au siècle dernier, dit M. *François Driesen*, dans ses « Recherches historiques sur Tongres et ses environs », l'emplacement d'un bassin originaire, romain, situé à BROECK, soit à plus d'un kilomètre à l'est de la fontaine actuelle. C'était derrière et contre les remparts de la ville, dans la propriété de M. *Landmeters*. « A proximité de ce bassin, on trouva du ciment romain, des urnes » cinéraires, des fioles lacrymales, un vase à parfum, une lampe en » terre, des patères, des guttums, des cruches à plusieurs anses, des » coupes avec les mots *vivat* et *ebide*, des dieux Lares, des ustensiles » anciens, entre autres une cuiller d'argent ornée d'une Victoire en or » émaillé, quelques instruments d'ivoire et d'argent et quantité » d'autres objets, d'origine romaine. »

Il est fâcheux que la vente, à Amsterdam, et la dispersion de la collection Van Muyssen, où ces objets se trouvaient naguère réunis, aient fait perdre la trace de ces précieuses reliques.

La fontaine dite de Pline, appelée aussi fontaine de Saint-Gilles (à cause de la petite église de ce nom qui se trouve à proximité), était désignée dans de vieux registres de l'église collégiale de Tongres, sous le nom de *fontem sacrum* (fontaine sacrée) et de *fontem sanum* (fontaine salutaire) noms que Villenfagne considère comme employés déjà à l'époque romaine.

Pendant les Xe, XIe et XIIe siècles, soit 4 ou 5 siècles avant qu'on n'eût signalé les eaux minérales de Spa, les noms usités de *Fons sacer*

et de *Fons sanus* montrent la haute antiquité de la connaissance de ces eaux.

Il faut cependant convenir que l'un des caractères essentiels de la fontaine mentionnée par Pline s'applique mieux à diverses autres eaux minérales de la « Gaule Belgique » qu'à celle de Tongres. Cette eau, dit l'auteur latin, est : « toute pétillante de bulles ». Certes la proportion minime d'acide carbonique libre que contiennent actuellement les eaux de la fontaine ferrugineuse de Tongres ne paraît guère pouvoir se rapporter à ce passage de la description sommaire de Pline, qui dit textuellement: *Tungri civitas Galliæ fontem habet insignem, plurimis bullis stillantem, ferruginei saporis; quod ipsum non nisi in fine potus intelligitur. Purgat hic corpora, tertianas febres discutit calculorumque vitia. Eadem aqua igne admoto, turbida fit, ac postremo rubescit* (Hist. Nat. Lib. 31).

Mais foin des controverses qui ont déja permis, sans avoir éclairé définitivement le débat, à de nombreux auteurs d'écrire de volumineux mémoires sur ces sujets difficiles à résoudre, mémoires écrits le plus souvent sous l'empire d'un pur esprit de clocher. Les plus pressés des excursionnistes remontent en voiture et rentrent droit à l'hôtel, tandis que d'autres vont contempler la curieuse et imposante levée de terres, située en avant de la route romaine qui, de l'est à l'ouest, court parallèlement à la chaussée de Tongres à Saint-Trond. Nous voulons parler de la fameuse *Zee dyk*, ou « digue de mer », qui a donné lieu aux explications les plus fantastiques. Au treizième siècle déjà s'était établie une légende d'après laquelle la mer (!) aurait baigné autrefois les murs de Tongres. Cette énorme levée, dont l'origine en tout cas se perd dans la nuit des temps, a près d'un kilomètre de long. Elle a l'aspect et la disposition d'une vraie digue, sa pente est abrupte, du côté sud, regardant la plaine : elle n'est pas fort large au sommet, mais sa hauteur, qui varie suivant les sinuosités du sol sur lequel elle repose, atteint par places 16 à 17 mètres. Les sondages effectués sur la crête de cette antique et colossale digue ont démontré à l'auteur de ces lignes l'origine purement artificielle de ce relief, qui paraît, de l'avis de plusieurs des excursionnistes présents, avoir dû servir à repousser l'invasion de hordes barbares, si l'hypothèse d'une défense plus prosaïque contre les inondations du Geer ne se montre pas défendable.

Pendant quelques instants les excursionnistes, contemplant du haut de cette énigmatique construction humaine, l'antique et suggestive cité de Tongres qui s'élève à l'orient, la route romaine qui s'éloigne vers l'occident, examinant en face d'eux et encore plus loin au sud, près de Koninxheim, les altières tombes romaines qui dominent la plaine, se

trouvent plongés en des songeries évocatrices de lointains souvenirs. Ceux-ci vont être ravivés tout à l'heure, en face de l'hôtel, par l'apparition de notre glorieux ancêtre : le chef éburon *Ambiorix*, dont la statue en bronze s'élève au cœur même de ce Tongres qu'il tenta si bravement, à la tête de ses guerriers, de défendre contre l'invasion romaine. On se souvient que, vainqueur tout d'abord de *Sabinus* et de *Cotta*, les lieutenants de César, alors en Angleterre, le vaillant chef ne put être défait que par César en personne.

Mais la géologie n'a pas encore dit son dernier mot aux plus infatigables d'entre les excursionnistes ; car, avant de rentrer à l'hôtel et de deviser de toutes ces choses ayant si bien rempli la journée, le groupe resté nombreux des « fidèles » va encore visiter à proximité une profonde sablière tongrienne ouverte dans des sédiments blancs, quartzeux et fins. Le dépôt est relativement cohérent, finement micacé et non glauconifère. Cette sablière tongrienne s'ouvre à petite distance devant nous, dans la plaine, à 500 mètres à l'est de la tombe romaine qui se trouve comprise entre la chaussée de Tongres à Saint-Trond et la région médiane de la grande digue antique. Sous 1 mètre de limon avec cailloux à la base, nous mesurons 6 mètres de ce sable blanc, homogène, composé de fins grains quartzeux très purs et qui rappelle *avec une étonnante fidélité* aux yeux de tous ceux d'entre les excursionnistes présents, à même d'établir la comparaison, les caractères et l'aspect des *sables blancs tertiaires de Rocour*, près Liége. Vers la partie supérieure du dépôt quelques traces de tubulures d'annélides se décèlent assez aisément.

Si M. Van den Broeck a tenu à réclamer de ses collègues ce dernier effort d'attention, c'est qu'il considérait comme important de leur permettre d'apprécier l'exactitude de ses déclarations faites antérieurement dans les discussions qui ont eu lieu au sujet de l'assimilation des sables de Rocour à ceux du Tongrien typique. Nous sommes ici à Tongres, en un point précis que Dumont a visité et où il a inscrit sur ses cartes d'itinéraires l'expression de « sable inférieur », par laquelle, à l'époque de ses levés dans ces parages, il indiquait, partout dans la région, le *Tongrien marin* de l'*horizon à Ostrea ventilabrum*.

Certes, nous ne sommes pas ici en présence du facies, un peu spécial d'ailleurs, du sable très fin micacé, un peu argileux et fossilifère, de Grimmertingen ; mais nous nous trouvons devant un facies de *plages sableuses sous-marines*, plus franchement quartzeuses, et qui constitue la MASSE PRINCIPALE du *Tongrien type de Tongres* et cela aux portes mêmes de la ville et sous son sol. Or, de l'aveu unanime de tous ceux des assistants connaissant les sablières de Rocour, les dépôts

sableux de ces deux localités sont strictement et absolument identiques et paraissent de même âge. C'est la thèse qu'a toujours défendue M. Van den Broeck, qui, de plus, a constaté la parfaite *corrélation latérale* des deux dépôts ; ceux-ci, bien qu'étant *actuellement* discontinus par places, par le fait de dénudations ultérieures, ne se relient pas moins, au-dessus du terrain crétacé (et de son amas terminal de silex, résidu de dissolution sur place des zones supérieures du massif crayeux) par d'*innombrables poches, expansions et traînées sableuses*, toujours les mêmes dans tous leurs caractères comme dans ceux de leurs cailloux de base. Cet ensemble d'îlots constitue en somme une démonstration supplémentaire de continuité primitive et d'union latérale entre les dépôts de Rocour et des hauteurs de la Meuse d'une part et le substratum sableux oligocène de la ville de Tongres, d'autre part, représenté par la sablière typique qui se trouve ici sous les yeux des excursionnistes.

L'accord de tous les assistants étant obtenu sans débats sur ce sujet, la rentrée à l'hôtel, après cette journée bien remplie, est enfin décidée. Ce dernier bout de promenade permet aux excursionnistes de se replonger pour une dernière fois dans l'antiquité, car elle leur fournit la contemplation des anciens *murs romains* dont les vestiges, encore imposants, traversent ici la route de Tongres à Saint-Trond ; ces murs dévoilent l'importance qu'eut Tongres entourée de cette énorme enceinte qui, il est vrai, constitua plutôt la défense d'un vaste camp retranché qu'une extension du territoire de la ville. Cette intéressante route de retour, si féconde en objets d'intérêt de toutes sortes, fit enfin rejoindre par le groupe des « zélés » leurs compagnons qui les attendaient avec impatience pour se plonger avec eux dans les délices d'une table plantureusement garnie et bien servie... grâce au principe du « help yourself » qu'il fallut mettre largement en action ! C'est ici que l'évocation des utiles esclaves de l'antique période des festins romains se présenta avec vivacité à l'esprit des convives...

Mais la tâche du conducteur de la journée n'était, hélas, pas finie et ne devait pas encore lui permettre un repos, cependant bien gagné ; car pendant le « sirotage » du réconfortant café, la présentation qui nous fut faite de quelques notabilités de la bonne ville de Tongres, qui désiraient curieusement se rendre compte du but de notre longue course, donna lieu à l'exposé oral d'un résumé des observations de la journée, dont le présent travail constitue l'amplification..... peut-être un peu prolixe au gré de bien des lecteurs.

ANNEXE

Comme ANNEXE à ce compte rendu, il n'est peut-être pas sans intérêt de revenir sur l'appellation erronée de source de la *ferme Malaise* donnée par M. Poskin à la première venue d'eau ferrugineuse rencontrée par les excursionnistes à l'E. N. E. de la fontaine de Pline.

La *ferme Malaise* se trouve, d'après la carte topographique au 20,000e, à environ un kilomètre *au sud* de la porte de Liége à Tongres et à 400 mètres au sud du moulin, dit Vyk Molen, sur le Geer. Cet emplacement est situé à 100 mètres à l'est de la Chapelle Saint-Hubert. Cependant, chose assez curieuse, sur le plan au 10,000e qui accompagne les « Recherches historiques sur Tongres et ses environs » de M. Fr. Driessen, le *puits Malaise*, dont il va être question à l'instant, et que M. le Dr Poskin paraît avoir confondu avec la source ferrugineuse du vallon E. N. E. de la fontaine de Pline, est indiqué comme se trouvant à proximité immédiate et à l'est du dit Vyk Molen.

Que ce soit l'une ou l'autre position qui soit la vraie, ces parages sont tout autres que ceux de la source ferrugineuse n° 1, distante de 800 mètres de l'enceinte de la ville dans la direction du *nord-ouest*, et de toutes manières, le puits Malaise est creusé *en pleine* alluvion du Geer si c'est la dernière position qui est la vraie ; *au bord* de ces alluvions si c'est la première. Or, voici ce que *F. Driessen* (*loc. cit.*, p. 41) dit de l'eau de ce puits :

« Elle contient vingt fois autant de substances minérales que celle » de Pline et à peu près un tiers de plus que celle de Spa. D'après une » analyse sommaire qu'en a faite notre ami M. V. Lamine, elle possède, » pour 5000 grammes d'eau, 6 décigrammes d'oxyde ferrique, outre des » carbonates de magnésie et de chaux, des sels de potasse et de soude et » probablement d'autres substances qu'une analyse détaillée détermi- » nerait avec précision. Cette eau a un goût de fer excessivement » prononcé et elle dépose au bout de peu de temps.

» L'énorme quantité de fer qu'elle renferme est facile à constater » pour tout le monde. Que l'on jette une infusion de noix de galle ou » une solution d'acide tannique dans un verre de cette eau et elle » prendra instantanément la couleur de l'encre la plus noire.

» Une observation que l'on a faite, c'est qu'en creusant le puits on » a rencontré *immédiatement avant la veine un terrain tourbeux*, » *entièrement analogue au terrain du vallon de Bétho et de la Fon-* » *taine.* »

Les faits et les documents se multiplient, on le voit, pour démontrer que l'on est dans la bonne voie en ne cherchant pas à rattacher systé-

matiquement à des causes mystérieuses et d'origine interne les réactions chimiques qui donnent naissance aux sources minérales. Chaque fois que la disposition topographique et la constitution du sol amènent des facteurs favorables à la minéralisation des eaux phréatiques, on peut se trouver devant une solution simple qui permet de réserver aux régions volcaniques telles que l'Eifel, l'Auvergne, etc., la localisation d'apports réellement *internes* venant imprégner les sources de leurs principes minéralisateurs. Il ne faut mettre aucun exclusivisme dans ses vues, se pénétrer de ce fait que les procédés de la Nature sont multiples et s'astreindre à *bien observer* avant de conclure et surtout de généraliser.

2e JOURNÉE. — LUNDI 24 AOUT.

Exploration du Crétacé de la Vallée du Geer.

La journée du 24 août devait être consacrée à l'étude des dépôts crétacés si bien visibles dans la Vallée du Geer.

A 7 heures du matin, les excursionnistes ont quitté Tongres en voitures et se sont dirigés par la grand'route jusque Sluse, où les véhicules ont été abandonnés.

Les membres de la Société, dirigés par MM. *Rutot* et *Van den Broeck*, se sont alors engagés dans la Vallée du Geer en suivant la base de l'escarpement longeant la rive gauche de la rivière.

De Sluse à Glons, on a pu étudier, dans des excavations nombreuses et parfois très élevées, l'énorme développement que prend, dans cette région, le représentant de la Craie de Spiennes du Hainaut.

Les excavations, hautes de 10 à 15 mètres, montrent une série de couches horizontales, passant insensiblement de l'une à l'autre.

Vers le haut, on voit une craie blanche, grossière, friable, parcourue de nombreux bancs de rognons de silex gris. Cette partie supérieure rappelle absolument le facies typique de la Craie de Spiennes à Spiennes même ; c'est la même craie grossière et friable, traversée de nombreux bancs de silex, gris foncé dans la cassure.

Mais tandis qu'à Spiennes, ce facies forme la totalité de la masse de l'assise de Spiennes, jusqu'à son contact par ravinement avec la craie blanche, fine et traçante, de Nouvelles, dans la vallée du Geer, il se développe, sous le facies typique, deux autres facies superposés qui se reconnaissent facilement dans les escarpements visités : ce sont d'abord la craie blanche à silex noir caverneux, puis la craie blanche à silex noirs épars.

Ces deux couches crayeuses sont de texture moins grossière que la

couche supérieure; elles ne diffèrent que par la présence, dans la première, de bancs épais de silex mal formé, constituant une masse à aspect caverneux, remplie de solutions de continuité dans lesquelles subsiste la craie.

En descendant, les bancs de silex noir caverneux deviennent de moins en moins épais et continus ; vers le bas, la masse crayeuse ne renferme plus que quelques rognons épars, de silex noir.

Les fossiles sont rares et l'on ne rencontre guère que *Belemnitella mucronata*, quelques huîtres et quelques Ananchytes.

En avançant vers Roclenge, de nouvelles observations peuvent se faire.

D'abord des excavations pratiquées sur les deux rives du Geer, à des altitudes basses, permettent d'étudier la partie inférieure de l'Assise de Spiennes et son contact sur l'Assise de Nouvelles.

En trois points visités, nous avons pu voir la craie blanche à silex noirs épars passer insensiblement, vers le bas, à une couche compacte, grisâtre, renfermant une proportion suffisante d'argile pour transformer la craie en marne. Cette couche de marne n'a guère plus de 1 mètre d'épaisseur et elle renferme, en assez grande abondance, de gros *Magas* bivalves, qu'il est difficile d'identifier au *Magas pumilus* caractérisant la craie de Nouvelles.

Ces gros Magas, de taille double de celle habituelle du *Magas pumilus*, remontent du reste jusque dans le Maastrichtien.

Au bas de la couche marneuse, se remarque une ligne de ravinement, nettement indiquée par un lit de nodules roulés très durs et par de nombreuses perforations, dues à des êtres d'habitat littoral, et descendant dans la couche sous-jacente.

Cette couche sous-jacente est constituée par une craie blanche, pure, traçante, plus ou moins fortement durcie le long de la ligne de contact.

On reconnaît facilement, dans cette craie, l'Assise de Nouvelles, dont le type, dans la région, est visible à Heure-le-Romain, à 3 1/2 kilomètres au sud de Bassange.

Dans la vallée du Geer, on ne peut guère observer la Craie de Nouvelles sur plus de 2 à 3 mètres; mais à Heure-le-Romain, elle est visible sur 7 à 8 mètres et, de plus, très fossilifère. Cette craie est un peu moins fine que celle de Nouvelles, dans le Hainaut et, comme elle, elle ne renferme que peu de silex, de couleur noire. Les principaux fossiles sont *Magas pumilus* typique et *Belemnitella mucronata*.

Après un déjeuner substantiel pris à Roclenge, l'on s'est remis en route par Bassange, Wonck et Eben.

Dans cette région, les excavations sont pratiquées à flanc de coteau et elles permettent ainsi d'étudier avec facilité, non seulement la partie supérieure de l'Assise de Spiennes, mais encore le Maastrichtien.

Des coupes explorées, on reconnaît que la partie la plus élevée accessible est constituée par un tufeau jaune, friable, dépourvu de fossiles, renfermant de gros bancs tabulaires, subcontinus de silex gris. En descendant, les silex deviennent plus rares, ils se présentent en lits discontinus et leur forme devient irrégulière.

Bientôt, on voit apparaître, à divers niveaux, des lits minces, lenticulaires, discontinus, formés de débris d'organismes : fragments et baguettes d'oursins, bryozoaires, etc., accompagnés de quantités de très petits Pectens *(Pecten lævis*, Nils.) et surtout de bons exemplaires de *Thecidium papillatum*.

Ces lits à organismes se présentent sur une épaisseur de 1 mètre à $1^{m}.50$, puis, en descendant, le tufeau passe à une craie grossière, plus blanche, que l'on reconnaît être le sommet de l'Assise de Spiennes.

C'est dans ces conditions favorables que l'on peut se faire une idée complète de la constitution du sommet de l'Assise de Spiennes.

Sous les lits à organismes, que l'on doit considérer comme la base du Maastrichtien, vient une craie blanche grossière, débutant par un lit de silex noirs, irréguliers.

Plus bas, la craie friable, à facies de Spiennes, renferme trois bancs subcontinus de silex gris, zoné ; puis vient un banc discontinu de silex tabulaires grisâtre.

C'est sous ce lit de silex tabulaire que commence à se montrer le facies moins grossier à silex noir caverneux.

Il est donc à remarquer ici, que le passage du Senonien au Maastrichtien se fait d'une manière insensible, par des lits discontinus d'organismes, alors que dans le Hainaut et dans le Brabant, la base du Maastrichtien est toujours nettement indiquée par une ligne de *ravinement* avec nombreux galets roulés et perforations.

On sait qu'au sud de Maastricht, à la Montagne Saint-Pierre, le contact se fait par un lit d'organismes, épais de 10 à 15 centimètres, appelé par M. Ubaghs « Couche à coprolithes », parce qu'il s'y trouve une grande quantité de petits corps bruns ovoïdes, assimilés à des coprolithes de poissons.

De petits corps semblables accompagnent les lits à organismes de la Vallée du Geer.

On se rappellera ainsi que le long de l'escarpement bordant la Meuse, entre la Montagne Saint-Pierre et Petit-Lanaye, la « couche à coprolithes » devient de moins en moins distincte à mesure qu'elle se rapproche de la région de la vallée du Geer, que nous étudions.

A Eben, nous avons été, sur la rive droite, explorer une belle coupe de Maastrichtien, visible dans les talus d'un chemin et où affleurent des parties de cet étage situées au-dessus de celles vues à Wonck; là, la masse du tuffeau de Maastricht est traversée, à toutes hauteurs, de lits plus ou moins importants d'organismes; mais la pluie qui avait déjà commencé à tomber depuis notre sortie de Wonck, allait sans cesse en augmentant; à Eben elle tombait à torrents, ce qui nous obligea à la retraite.

Nous fûmes forcés d'attendre le tramway vicinal et c'est au milieu d'une pluie diluvienne que nous atteignîmes Maastricht, où nous avons passé la nuit.

3e JOURNÉE. — MARDI 25 AVRIL 1896

Exploration dans le Limbourg hollandais (Elsloo, Geul, Bunde, Houthem et Fauquemont).

I. — *Visite au Gîte d'Elsloo.*

La course du mardi 25 offrait deux grandes attractions, dont l'une consistait en l'examen de la célèbre coupe d'Elsloo, dont l'interprétation paléontologique a déjà donné lieu à tant de controverses et dont l'autre était constituée par la vérification à faire sur place des belles découvertes lithologiques de M. *Erens* dans le gravier supérieur de l'ancienne Meuse quaternaire, où il a constaté la présence d'abondantes roches cristallines d'origine assurément bien inattendue avant les patientes et fructueuses recherches de notre collègue.

La malencontreuse pluie qui, la veille, avait déjà contrarié l'excursion dans la vallée du Geer, a persisté, pendant une bonne partie de la journée du 25, à s'opposer à des recherches confortables ou même aisées.

Par suite d'un malentendu, les excursionnistes qui, partis de Maastricht à 7 h. 22, devaient trouver M. Erens à Beek-Elsloo, où ils devaient arriver un quart d'heure plus tard, ne purent retrouver leur guide de la journée qu'après leur visite de la falaise d'Elsloo; visite qui se fit à certains moments sous une pluie battante faisant ressembler les excursionnistes, cachés sous les waterproofs enveloppants et les parapluies déployés, à une théorie d'énormes champignons alignés au bas de l'humide falaise faisant l'objet de leurs investigations. L'ardeur apportée à celles-ci ne fut cependant pas noyée sous ce déluge plus digne d'une excursion hydrologique que de recherches paléontologiques et la thèse, qu'en l'absence de M. Erens, M. *Van den Broeck* développa

au centre des parapluies ruisselants reçut, sans qu'aucune contestation se fût élevée, sa complète confirmation.

Afin de permettre à chacun de se rendre compte du problème en vue, M. Van den Broeck exposa la synthèse de l'exposé qui suit, rappelant ce que nous avions spécialement à vérifier à Elsloo. Il est utile de résumer d'abord les données générales de la coupe, malheureusement bien dégradée et défavorable à l'étude, que les excursionnistes étaient priés d'examiner avec soin en les rares points d'observation restés accessibles.

La falaise d'Elsloo est une ancienne rive escarpée des temps quaternaires moyens de la Meuse, bordant sa rive droite, et constituant la partie médiane de la série d'anciennes falaises fluviales qui s'étendaient en section continue de Geul à Stein, à Urmond et à Berg, dans le Limbourg hollandais. Cette série de hauteurs, limitant la rive droite de l'ancien sillon fluvial moséen, marche droit du sud au nord et elle est constituée par une série variée de terrains d'âges très différents.

En deux points seulement, à Elsloo, vers le centre, et à Berg vers le nord, le fleuve est resté « à pied d'œuvre » et baignant encore la base de la falaise, qu'une étroite terrasse seulement sépare de la rive actuelle. Partout ailleurs les boucles et sinuosités de la Meuse ont promené leurs divagations jusqu'à l'autre rive de l'ancien sillon fluvial, nettement marqué plus au sud à partir de Borgharen et Maastricht jusqu'en face de Visé. A partir de cette localité la falaise orientale du fleuve se dessine de nouveau contre la rive droite actuelle de la Meuse et elle s'y retrouve dans le prolongement sud de l'alignement Geul, Elsloo, Stein et Urmond.

La coupe d'Elsloo, haute de 28 mètres, se compose, dans ses grandes lignes, des termes stratigraphiques suivants : à la base, argile rupelienne, fossilifère en profondeur et que l'abondance de ses Nucules semble à tort avoir fait rapporter à l'argile de l'assise rupelienne inférieure : l'argile R*1c*, à *Nucula compta*. Cette argile, sableuse au sommet et même un peu ligniteuse par places, dans l'affleurement que forme par places cette base de la coupe d'Elsloo, est constituée par l'argile rupelienne supérieure R*2c*, ou argile de Boom, représentée, bien entendu, par les facies sableux et sable argileux impur qui la caractérise très généralement dans le Limbourg oriental. L'argile R*2c*, bien caractérisée comme telle, n'est plus, comme elle l'était auparavant, il y a 12 à 15 ans, nettement visible en section largement accessible dans la base de la coupe. Il faut dégager à la bêche et à la pioche les dépôts d'éboulis qui la cachent presque partout à l'observation directe, mais elle est nettement *indiquée* par les sources, niveaux d'eau et suintements abondant par places, qui caractérisent ce niveau. En 1883, M. *Van*

den Broeck avait pu étudier et dessiner une partie de la coupe, où l'on constatait nettement un vestige — coupé en biseau de ravinement par le dépôt recouvrant — d'un sable quartzeux assez pur au sommet, quelque peu ligniteux dans sa masse, qui constituait la zone R*2d* ou d'émersion du cycle sédimentaire supérieur rupelien. Au-dessus du Rupelien, peu développé, — même aux points où les vestiges de base du sable R*2d* passant à l'argile sous-jacente R*2c*, étaient restés visibles — on voit s'étendre, sur toute la longueur de la coupe d'Elsloo, le sable verdâtre, glauconifère et micacé, parfois à grains moyens, parfois à grains plus grossiers, qui est généralement considéré comme représentant à Elsloo le *Miocène bolderien*.

M. Ubaghs, et pendant un certain temps MM. Rutot et Van den Broeck se sont demandés s'il n'y avait pas, à Elsloo, une superposition de Pliocène diestien sur Miocène bolderien, ou même s'il n'y avait pas rien que du Diestien? Il est certain que le facies du sable glauconifère, surtout lorsqu'il est altéré, concrétionné et oxydé, changé en sédiment rougeâtre avec zones de concrétionnement et de grès ferrugineux, rappelle étonnamment le Diestien typique du Limbourg. Cette assimilation est encore rendue plus admissible par la présence des tubulations d'annélides que l'on constate assez nombreuses dans le sable glauconifère altéré. Il est vrai que c'est là un caractère applicable aux dépôts de plages sous-marines de tout âge.

Lorsqu'ils ont, il y a de longues années déjà, étudié la coupe avec M. Ubaghs, MM. Rutot et Van den Broeck ont recueilli quelques empreintes de fossiles (traces de lamellibranches) au sein des sables glauconifères. Outre de petites coquilles orbiculaires striées, paraissant pouvoir se rapporter à *Lucina borealis* (fréquente dans le Miocène, ainsi que dans le Pliocène diestien) les dits observateurs ont constaté, dans la masse des sables glauconifères, des traces peu définies, mais *paraissant* devoir se rapporter à la petite *Discine* constatée en abondance, avec son test, à la base du dépôt, au niveau des cailloux et des concrétions dont il sera question plus loin.

Les sables glauconifères d'Elsloo atteignent par places un développement de 8 à 9 mètres. Le problème stratigraphique et paléontologique auquel ils ont donné naissance est surtout fourni par *leur cailloutis de base* et par les *concrétions fossilifères* qui accompagnent celui-ci dans la falaise d'Elsloo.

Au-dessus du sable glauconifère s'étend, sous un à deux mètres de limon quaternaire, une couche de cailloux quaternaires, épaisse de 16 à 18 mètres, englobant par places des zones graveleuses et même sableuses. C'est le gravier quaternaire ancien, recoupé par l'alluvion-

nement et le creusement ultérieur de la Meuse, gravier dans lequel, un peu plus au nord, M. Erens a trouvé ses intéressantes roches cristallines.

Telle est la coupe d'Elsloo, et voici maintenant le problème à résoudre :

Dans le cailloutis de base des sables glauconifères il y a, par places, une abondance de *nodules* roulés, de *concrétions* ferrugineuses renfermant un ensemble faunique assez hérétogène, mais dont les éléments hautement dominants sont constitués par des formes nettement caractéristiques de l'*Oligocène supérieur* ou *aquitanien*. Des listes du gîte d'Elsloo ont été successivement fournies par MM. Binckhorst van den Binckhorst (1), Staring (2), Bosquet, Ubaghs, etc.

Il est intéressant de constater que les auteurs anciens précités s'accordent parfaitement, non seulement dans les descriptions qu'ils donnent de l'état, de la nature de la couche fossilifère d'Elsloo et des éléments de sa faune, mais encore dans leurs conclusions sur l'*interprétation* à attribuer à ces coquilles d'Elsloo, où ils voient assez nettement des éléments purement roulés et remaniés de couches antérieures. Bien plus, M. *Binckhorst van den Binckhorst*, tout en considérant comme se rattachant à l'Oligocène — il dit même au « Tongrien supérieur » — les coquilles remaniées de la couche fossilifère d'Elsloo, paraît avoir recueilli des empreintes caractéristiques d'âge plus récent parmi lesquelles il cite notamment : *Pectunculus pilosus*, *Cyprina Islandica*, *Mytilus* (Crenella) *sericea*, et une *Panopœa*. Parmi les dents des Poissons de la couche caillouteuse d'Elsloo il cite : *Charcharodon megalodon*, *C. angustidens*, *Lamna cuspidata*, *Oxyrhina hastalis*, *Notidanus primigenius*, mélangées avec des dents de *Lamna contortidens*, *Sphœrodus parvus*, *Myliobatus suturalis* et *Galeocerdo minor*. L'indication d'un tel assemblage faunique, où l'on trouve côte à côte des formes nettement oligocènes avec des espèces d'une faune à facies nettement plus récent, eut pu faire utilement envisager aux auteurs ultérieurs la possibilité d'une *dualité d'origine* des matériaux signalés. Il convient toutefois d'ajouter que les déterminations paléontologiques de M. B. van den Binckhorst ne peuvent être acceptées que sous certaines réserves.

L'année suivante (1860) *Staring* dit, parlant d'Elsloo, p. 270 du

(1) *Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg et plus spécialement de la craie tufeau, etc.* Bruxelles, Paris et Maastricht, 1859. Un vol. in-8°, 268 p., avec planches, coupes, etc.

(2) *De Bodem van Nederland*, 2e partie, Haarlem 1860, p. 270-272, listes, pp. 282-286.

volume II de son ouvrage : De Bodem van Nederland : « Il n'est pas encore clairement indiqué à quelle formation appartiennent le sable noirâtre et la petite couche de cailloutis avec fossiles qui lui sert de base. Leur situation pourrait faire présumer qu'on se trouve ici en présence du sable du Bolderberg, mais aucun des fossiles trouvés ne correspond à ceux de ce sable ; au contraire, beaucoup appartiennent à ceux de l'argile du Rupel et quelques-uns de ceux-ci sont des fossiles reconnus appartenir à la formation que Beyrich a appelée : couches de Sternberg, dans le Mecklembourg. Ces couches de Sternberg apparaissent comme des sables noirâtres avec des paillettes de mica noir, de fer magnétique et elles sont remplies de fossiles dans les dépôts du sous-sol de la vallée du Rhin »... Il ajoute, plus loin, que l'hypothèse émise par M. Bosquet, d'après laquelle la couche fossilifère d'Elsloo serait la dépendance la plus occidentale des terrains de Sternberg, lui paraît très admissible et se confirmera très vraisemblablement « lorsqu'on aura la bonne fortune de trouver et de reconnaître plus clairement les fossiles existant dans cette couche ».

En 1863, M. le Professeur von Koenen (1) signala la présence de fossiles nettement caractéristiques de l'Oligocène supérieur dans ce qu'il appelle « rognons de grès » situés à la base des sables « bolderiens » d'Elsloo. Il en conclut à l'âge aquitanien du sable glauconifère recouvrant et l'analogie minéralogique et de condition de superposition au Rupelien (Oligocène moyen), fait malheureusement conclure le savant professeur de Göttingen à l'âge aquitanien ou Oligocène supérieur des sables du Bolderien type de Dumont. Cet avis a été adopté par M. Dewalque et la haute autorité scientifique de l'éminent géologue de Göttingen a fait accepter par d'autres géologues ces conclusions et assimilations, sans qu'un contrôle sérieux effectué sur place fût, pendant longtemps, apporté à ses vues, foncièrement inexactes cependant.

Depuis ses premières explorations à Elsloo, en mai 1883, en compagnie de M *Rutot*, M. *Van den Broeck* a reconnu avec son collègue ce que le texte des auteurs anciens ayant décrit le gîte d'Elsloo lui avait fait pressentir : à savoir que la faune parfaitement aquitanienne des *nodules roulés et remaniés*, mêlés avec les silex de base de la formation glauconifère d'Elsloo, est *complètement indépendante* de l'âge et de la faune *in situ* de ces sables, qui sont ou entièrement miocènes bolderiens ou peut-être pliocènes diestiens en tout ou en partie.

Laissant de côté ce point secondaire et encore non entièrement résolu de l'âge précis de l'ensemble des sables glauconifères d'Elsloo,

(1) Zeitsch. d. Deutschen geolog. Gesellschaft, vol. XV, p. 563.

M. Van den Broeck oppose à la thèse de MM. *von Koenen* et *Dewalque*, les faits suivants, qu'il prie les excursionnistes de bien vouloir vérifier sur place.

A) Il existe à Elsloo, à la base des sables glauconifères, un niveau bien marqué de cailloux de silex noirs, arrondis et roulés, qui a raviné et irrégulièrement démantelé l'assise rupelienne sous-jacente, constituée, suivant le degré d'affouillement, par l'argile rupelienne supérieure R*2c* de la légende de la carte géologique, ou par le sable d'émersion, *ligniteux par places*, R*2d*, constituant le dernier terme du cycle sédimentaire supérieur de l'étage rupelien.

B) Au même titre d'éléments étrangers (et amenés par transport latéral d'une région non voisine) que les cailloux arrondis de silex, on trouve avec ceux-ci des nodules *roulés* et *remaniés* contenant les uns dans leur intérieur, les autres en partie visibles sur l'une ou l'autre des faces usées et frottées du nodule, des empreintes de coquilles d'une faune oligocène, d'âge aquitanien incontestable.

C) Au même niveau que les cailloux et les nodules roulés ci-dessus signalés, on trouve, mais en quantité infiniment moindre et localisées surtout dans les parties durcies, et devenues ferrugineuses par altération sur place, de la base du dépôt glauconifère, des *empreintes de fossiles* d'une faune plus récente à facies probablement *miocène*, bien distinctes en tout cas, de la faune aquitanienne actuellement accompagnante ! Cette faune malacologique du tertiaire supérieur, dont l'âge, soit miocène bolderien, soit pliocène diestien reste à préciser, est accompagnée de dents de poissons mélangées naturellement aux dents de poissons de la faune aquitanienne des nodules et qui accompagnent également ceux-ci dans le cailloutis.

D) Les vestiges des *vertébrés* autres que les poissons, qui sont également localisés et réunis à la base des sables glauconifères d'Elsloo, doivent, comme les mollusques et les poissons, se différencier d'après leur âge et origine, en deux groupes distincts : d'une part les ossements de Phoques et d'Halithérium doivent être rattachés à la faune aquitanienne ou oligocène, tandis que les Squalodons et les Dauphins, dont on a retrouvé les vestiges à Elsloo, doivent appartenir à la faune *in situ* des sables glauconifères à la base desquels ils se trouvent. Il est à remarquer que les genres *Delphinus* et *Squalodon*, si bien représentés dans les sables miocènes bolderiens d'Anvers, et non présents dans le Pliocène diestien des mêmes parages, plaident vivement, comme certaines coquilles d'ailleurs, en faveur de l'âge *miocène bolderien* des sables d'Elsloo, plutôt qu'en faveur du Pliocène diestien.

E) Il est extrêmement aisé, avec un peu d'attention, de reconnaître

et de différencier, non seulement sur place dans la coupe, mais encore dans les collections recueillies à Elsloo, les éléments des deux faunes bien distinctes qui se trouvent confondues, les unes à l'état de nodules remaniés, les autres sous forme de simples concrétionnements ferrugineux, parmi les cailloux de base de la formation glauconifère. L'examen de la roche ou matrice constituant ces empreintes, mélange d'âges et de dépôts différents, permet une différenciation très nette dès que l'attention est portée sur ce point, indépendant de l'argument d'évolution paléontologique. De plus, les éléments de la faune supérieure ou à facies miocénique, se montrent encore parfois, mais en petit nombre et en zones assez localisées, au sein des sables glauconifères recouvrants. Ils doivent être cherchés surtout à l'intérieur des niveaux concrétionnés les *plus durs* et les *plus résistants*, épars vers les 3 ou 4 mètres inférieurs du dépôt.

F) C'est la méconnaissance de ces *conditions dualistiques* de gisement de la faune d'Elsloo qui a donné lieu aux fâcheuses erreurs d'interprétation qui ont amené certains géologues belges, notamment M. le Prof. *Dewalque*, à croire : 1° que la faune aquitanienne accompagnant comme éléments « dérivés » et « remaniés » les cailloux de la base des sables glauconifères appartenait à ceux-ci ; 2° que l'âge soi disant aquitanien des sables d'Elsloo étant ainsi établi, on pouvait en conclure, par analogie, que les sables blancs du Bolderberg (dont la base est aussi constituée par des sables glauconifères) pouvaient représenter l'Aquitanien, soit les sables à lignites du Rhin appartenant à l'Oligocène supérieu.

En terminant son exposé, que la pluie toutefois n'a pas permis de rendre aussi détaillé que le commentaire qui précède, M. Van den Broeck rappelle que ses études sur le gisement fossilifère du Boldenberg d'une part et ses découvertes paléontologiques à Waenrode d'autre part, ont mis hors de contestation l'âge miocène bolderien du Bolderien type de Dumont et il convie les excursionnistes à s'assurer du bien fondé de ses vues relativement aux conditions dualistiques du gisement des empreintes d'Elsloo.

Il fait remarquer, en terminant, que M. *von Koenen* a eu comme l'*intuition* qu'une erreur d'appréciation était possible quant aux relations d'âge entre le sable glauconifère d'Elsloo et les nodules fossilifères de sa base (1). Il dit en effet, après avoir conclu à l'âge aquitanien

(1) *Comparaison des couches de l'Oligène supérieur et du Miocène de l'Allemagne septentrionale avec celles de la Belgique*, par A. von Koenen (Ann. Soc. Géologique, t. XII, 1884-85, Mémoires, pp. 194-206.)

des sables, basé sur la détermination des empreintes des nodules de base: « Cet avis est généralement admis, je crois, quoiqu'on puisse faire » l'objection que ces rognons sont *des galets étrangers* et *d'un âge* » *antérieur à ces sables*, comme le sont les *galets de silex* qui s'y » trouvent également (je ne sais plus si c'est tout à fait la même couche).

» Cette objection n'est pas du reste bien fondée, ajoute cependant » restrictivement M. *von Koenen*, car, sur **le seul échantillon que** » **je possède encore**, on peut voir le passage presqu'insensible du » grès à du sable glauconieux parfaitement meuble, qui l'entoure et » d'ailleurs ce sont des concrétions de phosphate de chaux cimentant » le sable, formées sur place, comme on en trouve dans des couches » de tout âge. »

Si au lieu de s'être adressé à *un seul* spécimen représentant sans doute une empreinte de la faune *in situ* des sables glauconifères d'Elsloo, M. von Koenen avait pu étudier à loisir, soit les éléments de la coupe, soit les centaines d'échantillons d'importantes collections — telles que celles de Bosquet, Ubaghs, etc. réunies au Musée de Bruxelles, avec les matériaux rapportés par M. Van den Broeck — il eut utilement évité, alors que ses *souvenirs* ne lui permettaient même plus d'affirmer dans son texte si les cailloux se trouvent dans la même couche que les nodules et les fossiles, d'exprimer une conclusion ABSOLUMENT CONTRAIRE A LA RÉALITÉ DES FAITS.

L'examen de la coupe a fourni, sans que l'ombre d'une objection fût soulevée par aucun des nombreux excursionnistes présents, la *complète confirmation* des vues exposées par M. Van den Broeck. Donc, malgré la conjuration des éléments et le mauvais état relatif de la coupe, dont il fallut fouiller et dénuder la base pour retrouver le niveau caillouteux et noduleux, base des sables glauconifères, le but en vue a été parfaitement atteint. Il a été également constaté quelques rares empreintes de Lamellibranches, restés indéterminables malheureusement, dans certains niveaux concrétionnés et durcis limoniteux, situés à 2 ou 3 mètres au-dessus de la base de la formation glauconifère.

Pour *aucun* des membres présents, les nodules fossilifères accompagnant les cailloux n'ont pu raisonnablement être rapportés à un phénomène de concrétionnement *sur place*, tandis que ce phénomène s'observait en certains points localisés, englobant quelques empreintes conservées au sein de la roche glauconifère, suffisamment distinctes de celles à grain plus serré, plus fin et différent d'aspect et de caractère, constituant les *nodules roulés*, usés et remaniés, à faune aquitanienne.

II. — *Les gravières et les roches cristallines de la Meuse.*

M. *Erens* nous retrouva au moment même où finissaient ces constatations et où la pluie, en diminuant d'intensité, semblait devoir moins contrarier le restant de nos explorations.

Prenant alors la direction du groupe, M. Erens fait jeter tout d'abord aux excursionnistes un coup d'œil sur les cailloux quaternaires moséens exploités près d'Elsloo et dont l'épaisseur atteint de 18 à 20 mètres. M. Erens fait observer combien il faut de persévérance pour trouver quelques fragments de roches cristallines dans ces amas de cailloux moséens. Il prie ensuite l'assemblée de chercher ces rares débris, dont l'existence même a été mise en doute durant bien des années. Après quelques recherches restées infructueuses pour ceux d'entre les excursionnistes non doués du sagace coup d'œil de M. Erens, on trouva le porphyroïde de Mairus, l'argilolite de Dommartin et une granulite rouge compacte de Bambois, entre Plombières et Remiremont. L'origine vosgienne de quelques cailloux étant ainsi formellement constatée, on monta en voiture pour se diriger vers la grande route de Beek-Maestricht. A une distance approximative de deux kilomètres du village de Beek, les excursionnistes descendirent de voiture pour examiner deux sablonnières situées en regard l'une de l'autre des deux côtés du chemin. Le sable est assez fin, plus ou moins micacé, jaune ou blanc, tantôt plus ou moins argileux, tantôt sans argile. Vers le haut le sable se montre plus grossier, vers la base il est argileux. Par-ci par-là des masses brunâtres, charbonneuses y sont enclavées. M. Erens fait observer aux excursionnistes que le manque absolu de fossiles, le caractère variable des amas sableux et leur position stratigraphique, qui les relie aux sables indubitablement aquitaniens de Spaubeek, Schinnen, etc., caractérisent ces sables comme identiques à ceux à lignites du Rhin. Il fait ensuite observer que, non loin de là près du chemin de fer de Geul, on peut voir la couche inférieure des sables à lignites c'est-à-dire les sables fins glauconieux.

Après un quart d'heure, on arrive en face la Halte de Geul, où un escarpement abrupt de ces sables verts se montre d'une façon splendide. Ce sable vert est assez fin, sans restes de fossiles et y atteint une épaisseur verticale d'environ 20 à 25 mètres. Il est surmonté de 4 à 5 mètres de cailloux moséens quaternaires et repose sur une couche d'argile fort épaisse, qui atteint au moins 15 mètres dans la vallée. Cette couche argileuse se retrouve dans le bois de Geul entre Bunde et Geul, où un ruisseau l'a fait affleurer

M. Erens y a trouvé :

Nucula compta, Munster.
Leda gracilis, Desh.
Cytherea splendida? Merian.
Chenopus speciosus, Schlott.
Cassidaria depressa, V. Buch.
Corbula subpisum, d'Orb.
Chara, sp. (fruits, etc.).

Cette argile *abonde* en Nucules : c'est l'argile rupélienne à Nucules. Cette couche repose sur le Tongrien supérieur avec :

Cyrena semistriata, Desh.
Cerithium submargaritaceum, Brochi var. *Galeotti*.
Littorinella Draparnaudi, Nyst.
Corbula subpisum, d'Orb., etc.

Enfin, près de Bunde, cette dernière couche de Tongrien supérieur repose sur le Tongrien inférieur et celui-ci sur le Crétacé (Maastrichtien).

A l'arrivée à Bunde M. Erens montre aux excursionnistes un sable dont il n'a pu établir l'âge exact. Ce sable se trouve à cinq minutes de la gare de Bunde, dans le bois de ce nom. La partie supérieure était jaune vif allant jusqu'au rouge, la partie inférieure, non décomposée, se montre glauconieuse, à grains quartzeux, fins, un peu micacés et sans fossiles. M. Erens croit ce sable d'âge aquitanien ; M. Mourlon l'identifie avec le sable de la Campine, M. Van den Broeck, qui y trouve des analogies avec notre Bolderien miocène de Belgique, réclame des constatations supplémentaires avant de se prononcer.

On ne tomba pas d'accord et l'on se dirigea vers Meerssen et de là vers Houthem, à la demeure de M. Erens, où les excursionnistes furent reçus à bras ouvert et où ils purent examiner l'importante collection de fossiles et de roches cristallines que M. Erens a réunis provenant des graviers quaternaires du sud du Limbourg néerlandais, du Brabant septentrional et du Nord de la Belgique.

La collection contient des centaines de roches cristallines, dont 47 spécimens différents appartiennent à la Scandinavie, 80 aux Vosges et aux Ardennes françaises, 31 aux régions rhénanes, 204 à la Bretagne et à la Normandie.

Toutes ces roches ont été examinées et déterminées par des savants de premier ordre : Reusch, Törnebohm, Brögger, Holst, Vélain, Barrois, Rosenbusch.

Les roches principales de la Norwège sont : Rhombenporphyre, Syénite éléolitique, Norite de Hitteroë, Syénite brune de Bolorne, Hornblende-syénite de Christiania, Amphibolite de Moss, Granite de Röken, etc.

La Suède est représentée par : Porphyre de Elfdalen, Pegmatite graphique, Gneiss œillé, Hälloflinte à bandelettes de tourmaline, etc., etc.

Les galets rhénans sont le mieux caractérisés dans les Sanidinite du Laachersee, Trachyte andésitique, Trass tufacé d'Andernach, Lave néphélitique de Niedermending, Basalte leucitique des Sept-Montagnes, Quartzkeratophyre de Kirchhunden, Conglomérat trachytique de Drachenfels, Basaltes de Finkenberg, Oelberg, etc., etc.

Les roches vosgiennes sont bien représentées par : Porphyre pétrosiliceux du Val d'Ajol au bas d'Hérival, Granulite du massif du Bambois, Porphyre quartzifère de Rupt, Argilolite de Dommartin, Gneiss granulitique de Gérardmer, Granulite de Saint-Amé, Granulite de la Cascade de Géhard, Granulite de Saint-Nabord, Granulite à biotite chloritisée entre Plombières et Remiremont, Brèche orthophysique de la Vallée de Fresse, entre Giromagney et Faucogney, Microgranulite à grands orthoses du Raddon, Granulite entre Épinal et Plombières, etc., etc.

Enfin les roches bretonnes et normandes sont le mieux représentées par : Microgranulite du Trégarrois, Cornaline très caractéristique des tufs cambriens de Lésardieux, Porphyrite de Lamneur, Granulite tourmalinifère de Roscoff, Porphyrite cambrienne de Paimpol, Luxulianite très commune en Bretagne, par les nombreuses apophyses de Granite, Syénite, Granite-syénitique, Porphyrite amygdolaïde des Côtes du Nord, Microgranulite de la Rade de Brest, Porphyre quartzifère à micropegmatite grossière des filons de la Rade de Morlaix, Diorite schisteuse de la côte de Lannion, Granulite feuilletée leptynique très commune en Bretagne, etc., etc.

Ce qui est encore très important dans la collection de M. Erens ce sont les fossiles recueillis dans les mêmes graviers. On y compte 62 fossiles différents crétacés, 10 du tertiaire, 30 jurassiques, 22 du calcaire carbonifère, 8 devoniens, etc., qui ont été transportés par la Meuse dans les gravières limbourgeoises.

18 fossiles devoniens du Bingerwald, et encore 4 d'une autre provenance, ont été charriés par le Rhin. Enfin on voit des restes fort intéressants de *Cervus*, et de *Mammouth* trouvés, avec une mâchoire d'homme quaternaire, dans une couche épaisse de gravier diluvien à Wylré, à 7 kilomètres de Fauquemont. Après avoir tout examiné, les excursionnistes quittent la villa de M. Erens, charmés de ce qu'ils avaient vu et de la cordiale réception qui leur avait été faite.

Une visite aux intéressantes cavernes artificielles de Fauquemont, creusées depuis des temps immémoriaux dans le tufeau Maastrichtien, à l'instar des carrières souterraines de Maastricht, devait clôturer le programme de la journée, mais les retards surtout dus au mauvais temps n'ont pas permis cette visite. L'appétit d'ailleurs était venu aux excursionnistes et après un excellent dîner servi à l'hôtel Vossen de Fauquemont, le petit Spa des Hollandais, les excursionnistes partent dans l'après-midi pour Aix-la-Chapelle.

4e JOURNÉE. — MERCREDI 26 AOUT.

Étude des terrains crétacés d'Aix-la-Chapelle.

Cette journée devait être consacrée à l'étude des terrains crétacés des environs d'Aix-la-Chapelle.

Nous sommes partis en voiture à 7 h. 1/2 du matin par la route de Ronheide, ayant à notre tête M. le Dr *Holzapfel*, bien connu par ses beaux travaux paléontologiques, professeur au Polytechnicum d'Aix-la-Chapelle.

Un peu passé Mariaberg, notre guide nous montre des sablières offrant de belles coupes dans l'Aachenien moyen.

Nous voyons, sur 5 à 6 mètres de haut, des sables blanchâtres fins, très stratifiés, avec lits ligniteux, galets de houille et concrétions gréseuses; un peu plus loin, apparaissent de gros blocs de grès, non en place et provenant de parties un peu plus élevées dans l'Aachenien.

Remontant en voiture, nous arrivons jusqu'à proximité de l'entrée nord du Tunnel de Ronheide, sur la voie ferrée d'Aix-la-Chapelle à Herbesthal.

Là, au sommet d'une énorme tranchée de 20 mètres de hauteur, apparaît le banc, épais de 2 mètres, de quartzite aachenien, paraissant former la partie la plus élevée de l'étage.

En effet, à la surface supérieure du banc de quartzite, se montrent des petits graviers représentant la base du Hervien.

Ronheide est l'un des rares points où l'Aachenien soit fossilifère ; la roche est, à certains niveaux, pétrie de cavités correspondant à des empreintes de fossiles. Ces empreintes sont généralement déterminables et sont les restes d'une faune nettement marine, renfermant *Inoceramus Cripsii*, *Eriphyla lenticularis*, de grandes *Ostrea* et du bois pétrifié, parfois perforé par les tarêts.

Nous remontons ensuite à pied vers le Branderberg et, le long de la route, dans des fossés, à une altitude supérieure à celle du quartzite de

Ronheide, nous observons de bons affleurements de grès argileux hervien, très fossilifère. Entre les bancs gréseux apparaissent des sables glauconifères régulièrement stratifiés.

Nous nous dirigeons ensuite, par le sommet du Preussberg, vers la frontière, où nous voyons la borne où se touchent l'Allemagne, la Hollande et la Belgique, puis nous marchons vers le Heldsrühe.

Au point le plus élevé, nous constatons la présence, à la surface du sol, de gros blocs de grès graveleux avec nombreux grains de quartz, vestiges d'étages tertiaires, probablement oligocènes, démantelés.

En descendant, M. Holzapfel nous conduit dans une grande excavation creusée dans le sable argileux glauconifère hervien, très fossilifère.

La roche est malheureusement friable et les magnifiques empreintes de fossiles se brisent avec une facilité déplorable. En quelques instants nous recueillons une quantité d'espèces de la faune hervienne, notamment : *Baculites*, *Volutilithes*, *Natica*, *Scalaria decorata*, *Inoceramus Cripsii*, *Pecten lævis*, *P. spathulatus*, *Ostrea sulcata*, *O. Goldfussi*, *etc.*

M. le Dr Holzapfel nous fait remarquer qu'il ne semble pas exister de diluvium sur ces sommets ; outre les blocs de grès tertiaires, on n'y rencontre que des fragments, parfois nombreux, de silex altéré, provenant de la dissolution des assises de craie qui ont recouvert le Hervien.

Du Heldsrühe, nous passons au sommet du Friedrisch Berg, où nous constatons la présence d'une craie marneuse, un peu glauconifère, renfermant *Belemnitella mucronata* et *Magas pumilus*, plus de grands foraminifères.

M. Rutot est d'accord avec M. le Dr Holzapfel pour voir dans cette craie marneuse l'équivalent de la Craie d'Obourg du Hainaut.

En descendant la pente du Friedrisch Berg, nous rencontrons encore une excavation où nous pouvons observer la craie marneuse pointillée de grains de glauconie, sans silex, caractérisée par *Belemnitella mucronata* ; puis, arrivés au pied de la colline, un chemin creux nous offre un magnifique contact de la craie marneuse très glauconifère sur le Hervien.

La coupe, haute de quelques mètres, montre d'abord, vers le haut, a craie marneuse glauconifère se chargeant rapidement de glauconie au point de former un gros banc vert foncé, friable, puis, subitement, un mince lit de gravier constitué de petits galets de quartz et de roches diverses apparaît, reposant directement sur le sommet du Hervien, représenté par son sable d'émersion jaune, peu glauconifère, stratifié.

Dans le banc de glauconie surmontant le gravier, nous recueillons *Belemnitella mucronata*.

Cette coupe est des plus importantes, d'abord parce qu'il est rare d'en rencontrer de semblables et surtout parce qu'elle montre que les choses se sont passées de semblable façon dans le Hainaut et dans le massif du Limbourg.

De même qu'aux environs de Mons, la Craie d'Obourg repose sur la Craie de Trivières par l'intermédiaire d'un lit de nodules roulés avec ravinement, de même, dans le massif crayeux du Limbourg, la craie marneuse glauconifère, qui représente la Craie d'Obourg, repose sur le Hervien, exact équivalent de la Craie de Trivières, par l'intermédiaire d'une ligne de ravinement avec gravier.

Les sédiments, de même âge, sont de nature très différente, mais les phénomènes géologiques sont les mêmes.

Jusqu'au moment où nous atteignions le pied du Friedrichsberg, le temps avait été très beau et nous avions pu admirer, par un brillant soleil, les belles routes parcourues dans la vaste forêt et les panoramas magnifiques qui se déroulaient sous nos yeux lorsque nous nous trouvions sur les sommets; malheureusement pendant que nous observions l'important contact de la craie marneuse glauconifère sur le Hervien, les premières gouttes de pluie se mirent à tomber; bientôt la pluie se transforma en averses et, en arrivant en voiture vers 1 heure à Vaals, nous étions en plein déluge.

Nous trouvâmes, à l'*Hôtel du Limbourg*, un excellent repas préparé par les soins de M. Holzapfel et la Société y fit honneur.

Pendant ce temps, la pluie n'avait pas cessé et, lorsque vers 2 heures le moment fut venu de faire l'exploration du Schneeberg, il fut décidé à l'unanimité de renoncer à cette course.

Les observations ne devaient, du reste, pas être de grande importance, le Schneeberg ne montrant à mi-côte que quelques affleurements plus ou moins importants d'une craie blanche, marneuse, sans silex, renfermant parfois de très beaux fossiles et principalement des céphalopodes.

Cette craie marneuse est celle qui passe insensiblement à la craie marneuse glauconifère qu'elle recouvre et que nous avons vu être l'équivalent de la craie d'Obourg; c'est donc le représentant de la craie de Nouvelles et de la craie d'Heure-le-Romain.

Au sommet de la colline, on constate la présence d'une craie grossière à silex tabulaires : l'assise de Spiennes.

Ici donc encore les phénomènes se sont passés de même dans le Hainaut et dans le bassin du Limbourg; l'Assise de Nouvelles est

représentée par deux masses crayeuses superposées passant insensiblement de l'une à l'autre.

Vers 2 heures nous sommes rentrés à Aix-la-Chapelle par le tramway électrique et, sur l'invitation de M. le Dr Holzapfel, nous nous sommes retrouvés vers 3 heures au Polytechnicum, dont notre aimable guide avait tenu à nous faire les honneurs.

Nous y avons admiré les belles collections de fossiles très bien exposées et nous nous sommes tout particulièrement intéressés aux séries de fossiles de la région : faune silicifiée du Hervien de Vaals, faune de l'Aachenien et faunes des divers étages de la Craie.

Certains fossiles tertiaires exposés dans les vitrines ont aussi vivement attiré notre attention.

M. le Dr Holzapfel nous a en effet appris qu'à Erkelens, entre Aix-la-Chapelle et Dusseldorf, un puits de recherche de houille a rencontré, vers 20 mètres de profondeur, et sur 8 mètres d'épaisseur, une couche calcareuse fossilifère dont la faune est celle du calcaire de Mons.

C'est là un fait d'un très haut intérêt et qui mérite d'être signalé.

Le soir, un excellent dîner nous a réunis à l'*Hôtel de l'Union*, où nous étions logés et de vifs remerciements ont été votés à M. le professeur Holzapfel pour la manière si distinguée et si agréable dont il avait dirigé la course de la journée.

5e JOURNÉE. — JEUDI 27 AOUT.

Crétacé d'Aix-la-Chapelle et lignites du Rhin, à Brühl.

Le matin, à 7 heures et demie, M. le Dr Holzapfel, notre aimable guide, venait nous retrouver à l'hôtel et sous sa direction, nous nous sommes dirigés à pied, à travers la ville, vers la colline du Lousberg.

Tout d'abord, en pleine ville, M. Holzapfel nous montre la curieuse église Ste Pharahilde, bâtie sur un rocher de schiste famennien inférieur émergeant du sol et dont on voit les couches contournées.

A l'extrémité nord de la ville, au pied du Salvator Berg, notre guide nous apprend qu'il passe là une grande faille mettant en contact latéral le Famennien inférieur et le terrain houiller, avec lacune du Famennien supérieur et de tout le Calcaire carbonifère.

Une autre faille analogue existe en sous-sol entre le Lousberg et Königsthor.

Nous rencontrons ensuite, au pied du Salvator Berg, grâce à de grands travaux qui s'y exécutent, une série de magnifiques coupes qui nous montrent les parties inférieures de l'Aachenien.

L'une de ces coupes, haute de 5 à 6 mètres, présente, vers le bas,

du sable gris plus ou moins argileux avec lits de lignite à végétaux. En montant, ces couches passent à des sables jaunes stratifiés.

Un peu plus haut, une autre coupe nous montre de l'argile sableuse noire, schistoïde, passant, à la partie supérieure, à du sable jaune, stratifié, avec petits lits de grès subcontinus, fossilifères ; on y rencontre quelques formes marines ou fluvio-marines avec empreintes végétales. L'Aachenien est ici recouvert d'un peu de lehm ou terre à briques, équivalent de notre limon hesbayen altéré.

Nous abordons ensuite l'ascension du Lousberg, magnifique promenade gravissant la colline en pente douce au milieu d'une belle forêt et conduisant jusqu'au sommet, garni d'un belvédère, d'où l'on jouit d'un superbe panorama d'Aix-la-Chapelle et de ses environs.

Vers le sommet, le long de la montée, nous observons une série d'excavations faites pour l'exploitation de fragments de craie durcie, à silex tabulaires, renfermant parfois de bonnes empreintes de fossiles montrant que l'on se trouve au niveau de l'Assise de Spiennes.

La visite du Lousberg terminée, nous redescendons vers la ville, nous passons devant Pontthor, puis devant le Polytechnicum et nous atteignons bientôt Königsthor, où nous devions observer une coupe d'un haut intérêt.

Cette coupe, haute de 12 mètres, montrait les superpositions suivantes :

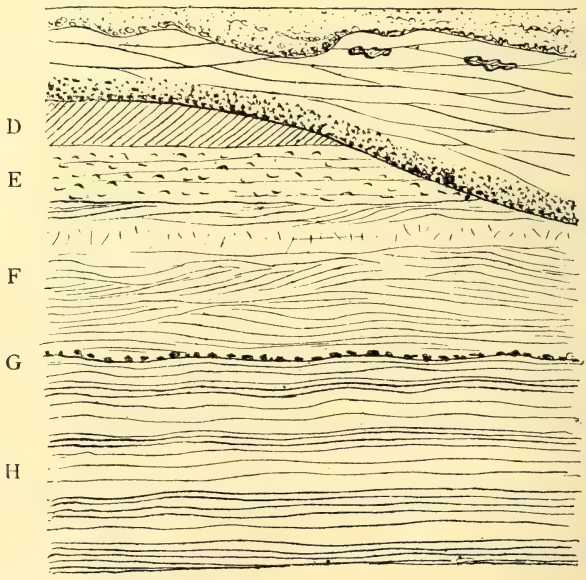


FIG. 1. *Coupe à Königsthor.*

A. Sable graveleux avec lit de cailloux roulés à la base Diluvium, probablement correspondant à notre Campinien.
B. Craie marneuse (craie de Nouvelles) avec quelques silex vers le haut. Épaisseur maximum 3 mètres.
C. Lit de glauconie grossière, friable (craie d'Obourg), avec petit lit de gravier à la base. Épaisseur $0^{m}.50$
D. Argile sableuse glauconifère, partie moyenne argileuse du Hervien.
E. Sable gris verdâtre, rempli de fossiles silicifiés, malheureusement très fragiles. C'est le niveau exact des sables avec rognons durcis à fossiles silicifiés qui passe sous le cimetière de Vaals et qui a fourni de si magnifiques matériaux paléontologiques, décrits par M. le Dr Holzapfel.
F. Sables blanchâtres ou roux, assez irrégulièrement stratifiés, avec lits de tubulations d'Annélides.
G. Petit lit de gravier, base du Hervien.
H. Sable blanc aachenien, régulièrement stratifié, visible sur 5 mètres.

L'ensemble du Hervien présente 5 mètres d'épaisseur.

Cette coupe de Königsthor qui, paraît-il, est destinée à disparaître dans un avenir assez rapproché, résume pour ainsi dire les faits principaux de la stratigraphie crétacée des environs d'Aix-la-Chapelle.

Elle nous montre à la fois le contact de l'assise de Nouvelles (Craie de Nouvelles et Craie d'Obourg) sur l'assise de Herve, déjà observé au pied du Friedrichberg et le contact de l'assise de Herve sur l'assise d'Aix-la-Chapelle, entrevu au sommet du tunnel de Ronheide.

Ces deux contacts se font par ligne de ravinement acccompagnée de gravier.

De Königsthor, nous montons vers l'ouest au Königshügel par la route de Melaten et nous observons dans les tranchées, à faible hauteur au-dessus de la belle coupe que nous venons d'étudier, un bon affleurement de *craie grossière à silex tabulaires*, rappelant complètement la Craie de Spiennes de la Vallée du Geer.

Vers le haut de la coupe, cette craie devient même tufacée et M. le Dr Holzapfel ajoute que vers le N.-O., à Vetschau, sur la frontière hollandaise, on peut observer, au-dessus de la craie à silex (Assise de Spiennes), une roche ressemblant au calcaire de Kunraad, que MM. Ubaghs et Rutot considèrent comme l'équivalent de la craie brune phosphatée du Hainaut.

Du Königshügel, on aperçoit très bien le Schneeberg, où nous avions été empêchés, par le mauvais temps, de nous rendre la veille. M. le Dr Holzapfel nous explique que dans cette colline, la craie de Spiennes à silex surmonte une assise épaisse de craie blanche marneuse sans silex, représentant la craie de Nouvelles ; il est donc assez anormal qu'au point où nous nous trouvons le représentant de la Craie de Nouvelles semble faire défaut, ce qui indiquerait une transgression de l'assise de Spiennes sur l'assise de Nouvelles.

M. Rutot dit qu'il est incontestable qu'à Königsthor, l'assise de Nouvelles est non seulement très réduite, mais comme atrophiée ; toutefois elle existe en fait et il se pourrait que, malgré sa faible épaisseur totale de 4 à 5 mètres, elle soit représentée en entier.

En effet, dans la coupe de Königsthor, au-dessus du gravier de base de l'Assise de Nouvelles reposant sur le Hervien, la glauconie, qui représente la craie d'Obourg, n'a que $0^{m},50$ d'épaisseur.

Au-dessus de la couche très glauconieuse vient assez subitement une craie marneuse sans glauconie, qui représente la Craie de Nouvelles ; dès lors ce serait le représentant de la craie d'Obourg qui aurait l'épaisseur la plus réduite et la craie de Nouvelles aurait encore environ 4 mètres d'épaisseur.

La zone manquante serait donc celle où la craie marneuse (= craie de Nouvelles) se charge, vers le bas, de glauconie et passe ainsi insensiblement à la masse de glauconie presque pure constituant la base de l'assise. Là se trouve la vraie lacune.

Dans tous les cas, la coupe de Königsthor n'est pas assez élevée et la tranchée du chemin de Melaten n'est pas assez profonde pour que le contact de l'Assise de Spiennes avec l'Assise de Nouvelles soit visible ; nous ne pouvons savoir s'il y a ravinement comme partout ailleurs, mais c'est hautement probable.

La coupe de la route de Melaten était la dernière inscrite au programme de la course aux environs d'Aix-la-Chapelle.

Les excursionnistes sont donc rentrés à l'Hôtel de l'Union et après avoir remercié vivement M. le Dr Holzapfel de sa direction si savante et si obligeante à la fois et lui avoir exprimé tous les regrets de le quitter, ils se sont embarqués vers 3 heures, en compagnie de M. le Dr *Stürtz*, de Bonn, pour se rendre avec lui à Cologne. Là ils ont pris le train pour Brühl, où ils sont arrivés vers 5 h. 30.

Aussitôt arrivés, et reçus par MM. les représentants des mines de Roddergrube, nous pûmes constater l'efficacité des bons soins dont nous entourait le directeur de la suite de nos courses, M. le Dr Stürtz.

En effet, au lieu d'entreprendre à pied la longue course séparant la gare de Brühl de la célèbre exploitation de lignite de Roddergrube, nous trouvâmes, au sortir du parc royal de Brühl, dont nous avions pu visiter rapidement le château grâce à l'amabilité de M. l'Intendant, des voitures qui nous transportèrent rapidement à proximité de la mine.

Après une traversée d'une dizaine de minutes à travers bois, nous nous trouvâmes tout à coup au bord d'une immense excavation à parois à pic, de 25 mètres de profondeur.

Le spectacle était saisissant et inoubliable.

Au fond, sur quinze mètres de hauteur, se détachait la masse noire et pure du lignite compacte exploité, surmontée de 10 mètres de cailloux roulés du diluvium du Rhin ; la ligne de contact était remarquablement rectiligne et horizontale.

Après une vue d'ensemble, nous sommes descendus dans l'exploitation pour y observer de plus près la masse ligniteuse.

Malgré son épaisseur visible de 15 mètres, le lignite se présente comme une couche noire brunâtre, d'une seule venue, sans lits étrangers intercalés. C'est une masse pure, sans stratification appréciable.

L'ensemble n'est pas toutefois entièrement homogène, tantôt le lignite est devenu plus ou moins amorphe, tantôt il est formé de parties xyloïdes : troncs d'arbres et branches déchiquetés en gros fragments à texture organique bien conservée.

Le lignite est exploité comme combustible. Il est traité dans une usine adjacente à la mine, où il est comprimé en briquettes.

La partie amorphe seule est utilisée ; les parties xyloïdes sont abandonnées ; la puissante masse n'a jamais présenté de fossiles d'aucune espèce.

Il existe, paraît-il, plusieurs niveaux de lignites séparés par des sables blanchâtres ; tous sont compris dans l'Oligocène. La masse supérieure constituerait l'assise connue sous le nom de « *lignites du Rhin* » et serait d'âge oligocène supérieur, ou Aquitanien ; la masse inférieure serait alors d'âge un peu plus ancien.

D'autres exploitations de lignite existent dans les environs et des sondages profonds en ont fait connaître de fortes épaisseurs.

Pendant que ces explications nous étaient fournies par les représentants de la mine de Roddergrube, des nuages menaçants s'étaient avancés lentement et, au coucher du soleil, l'horizon était menaçant.

Bientôt la pluie commença à tomber et nous dûmes nous réfugier dans un séchoir à haute température, où des rafraichîssements variés, gracieusement offerts par l'Administration de la mine de Roddergrube, nous furent servis.

Mais l'heure du retour approchait et après les chaleureux remerciements de l'assemblée, charmée du spectacle grandiose qu'elle avait admiré et de la réception si cordiale dont elle venait d'être l'objet, les voitures reprirent le chemin de la gare, non sans avoir attendu en vain un petit groupe d'excursionnistes qui avait préféré aller visiter l'usine plutôt que l'exploitation.

Le retour se fit au milieu d'un orage formidable, accompagné d'une

pluie diluvienne et ce ne fut pas sans un sentiment de soulagement mélangé de pitié qu'au moment de prendre le train pour Bonn, nous vîmes arriver à pied et ruisselants nos malheureux compagnons.

Bientôt après, nous arrivâmes à Bonn, où nous devions passer la nuit.

6e JOUR. — VENDREDI 28 AOUT 1896.

Roches éruptives (trachytes et basaltes) et diluvium du Rhin.

Comme nous disposions d'une heure entière le matin, avant le départ du train qui devait nous mener à Linz, nous mîmes ce temps à profit pour visiter le Comptoir minéralogique et paléontologique de M. *Stürtz*, notre guide pour les deux jours suivants.

Qu'il nous soit permis ici de féliciter M. Stürtz, de la façon dont il a organisé son comptoir, et en a fait un véritable musée, riche en pièces rares, et devenant toujours plus riche grâce aux peines que se donne le propriétaire : c'est ainsi que peu de temps avant notre visite, il avait envoyé à ses propres frais un géologue en Grèce pour y rechercher les restes de vertébrés fossiles, qui forment la partie la plus remarquable de sa collection. C'est à cet esprit scientifique que nous devons d'avoir pu examiner de magnifiques crinoïdes et trilobites dans des schistes pyritifères ; une série de représentants bien conservés de Dinosauriens et de Ptérosauriens (e. a. *Rhamphorhynchus*), de Ganoïdes (e. a. *Undina*), un grand nombre d'échinides, et des ossements de vertébrés, dont un crâne entièrement dégagé d'Hipparion. La collection minéralogique et pétrographique est aussi très riche, mais la description des pièces principales seules nous conduirait déjà trop loin.

Partis par le chemin de fer de la droite du Rhin, et après avoir traversé le fleuve à Obercassel, nous arrivons à Linz vers 11 heures. Nous y fûmes rejoints par deux membres du personnel administratif de l'*Actiengesellschaft der Linzer Basaltgruben*, qui avaient eu l'amabilité de se mettre à notre disposition pour nous montrer un certain nombre de leurs carrières. Nous commençons par le Dattenberg, à 3 kilomètres de Linz : la vue de l'exploitation nous remplit d'admiration, et même ceux d'entre nous qui avaient déjà vu des carrières de basalte, ne peuvent se défendre d'un sentiment de profond étonnement à l'aspect de ces colonnes sveltes et élancées qui plongent à une profondeur considérable (voir planche X, fig. 1).

Nous arrivons à la carrière, qui affecte la forme d'une ouverture à peu près régulièrement circulaire, par un chemin relativement étroit, creusé dans le tuf basaltique, qui en encombre l'entrée et recouvre une partie assez considérable des colonnes basaltiques. Quelles sont les

roches sur lesquelles repose le basalte? C'est là un point encore discuté; on admet toutefois que les Basaltes se sont frayés un chemin de sortie par des crevasses ou fentes des couches du Devonien inférieur. Le basalte lui-même, dont la partie supérieure a subi une érosion profonde, est recouvert de diluvium, ce qui prouverait à toute évidence que le Rhin a coulé au-dessus de la carrière, alors que son niveau actuel est inférieur d'environ une centaine de mètres à ce niveau. Entrer dans tous les détails relativement à la carrière nous semble superflu : chacun s'arrête devant ce qui l'intéresse le plus : les uns recherchent les minéraux qui constituent la roche, la plupart examinent les colonnes elles-mêmes, presque toutes hexagonales, assez souvent pentagonales, tétragonales et même trigonales vers le bas, les clivages transversaux s'espaçant de plus en plus avec la profondeur. Le travail des ouvriers aussi attire notre attention (voir pl. X, fig. 2), mais le moment du départ arrive rapidement. Après un dernier coup d'œil sur le Rhin, l'embouchure de l'Ahr, les montagnes dans les environs de l'Ahr, le Laacher See et le Westerwald, nous sommes transportés par les soins de la Société jusqu'à l'hôtel Weinstock, où une discussion ne tarde pas à s'ouvrir sur les basaltes. M. *Rutot* nous expose comme suit les idées actuellement admises sur la nature du vulcanisme dans les Siebengebirge, sur les coulées, et sur la structure colonnaire due à la présence d'un grand nombre de centres de refroidissement, assez régulièrement espacés.

« Il y a quelques années, dit M. *Rutot*, nous avons été étudier l'intéressante région volcanique de l'Eifel, qui nous a montré un vulcanisme facilement compréhensible sous forme de volcans avortés tels que les Maar de Daun, de volcans momentanés ou enfin de volcans complets, avec soubassement rocheux, cône de scories, cratère en entonnoir, coulées de lave et champs de cendres.

» A Bertrich-Bad, nous avons même pu admirer, à la Falkenlei, la coupe en travers d'un volcan, dont une moitié s'est effondrée dans la vallée de l'Ues.

» Aujourd'hui nous voici encore en présence de phénomènes volcaniques, en une région peu éloignée de l'Eifel et l'aspect des choses est totalement différent.

» Bien que nous soyons sur des montagnes coniques plus ou moins analogues, comme forme extérieure, aux volcans de l'Eifel, nous n'y voyons plus les caractères si nets et si évidents présentés par ces volcans.

» Ici plus de cône de scories, plus de cratères, plus de coulées de lave, plus de revêtements de cendres provenant des éruptions, mais des masses compactes de basalte et d'autres roches cristallines.

» Quels sont les motifs de ces différences si marquées?

» On a cru pendant longtemps que la différence était effective, que les volcans des Siebengebirge et d'autres contrées analogues n'avaient jamais eu de cratères ni d'éruptions gazeuses proprement dites; on s'imaginait qu'ils consistaient uniquement en une venue pure et simple de lave demi-fluide qui, se refroidissant rapidement, formait au-dessus de l'orifice reliant la surface du sol à la masse interne en fusion, un dôme plus ou moins élevé, plus ou moins volumineux.

» On avait même donné un nom à cette formation volcanique si spéciale; Credner les appelait des « *volcans homogènes* ».

» Or, l'étude plus approfondie des volcans homogènes, a démontré qu'ils ne sont que les vestiges de la cheminée centrale de volcans entièrement semblables aux autres, ayant eu cratères, cônes de scories, coulées de laves, etc., tous ces accessoires ayant été peu à peu dispersés par l'effet de la dénudation.

» Dès lors toute la différence gît dans la question d'âge.

» Ceux qui nous ont accompagné en Eifel, ont pu en effet se convaincre que ces volcans complets, ayant conservé intégralement tout leur appareil volcanique, sont relativement récents; leurs coulées de laves se sont répandues jusqu'au fond des vallées actuelles, après leur creusement maximum.

» Ces volcans sont donc non seulement quaternaires, mais ils appartiennent au quaternaire moyen et les premières races humaines ont pu les voir en pleine activité. En les étudiant de plus près, on pourrait fixer leur âge à la limite du Campinien et du Hesbayen.

» Les volcans dont nous avons ici sous les yeux les vestiges, sont beaucoup plus anciens et beaucoup plus grands que ceux de l'Eifel.

» Les dépôts stratifiés qui entourent les pitons des Siebengebirge montrent que le soubassement est ici l'Oligocène supérieur et qu'en conséquence les éruptions volcaniques sont probablement du commencement du Miocène et ont persisté, en se déplaçant et en modifiant la composition des laves, jusque vers la fin de cette période.

» Or, n'oublions pas qu'en somme, l'édifice d'un volcan est fragile, à part sa cheminée intérieure remplie de lave solide, refroidie.

» Autour de cette cheminée se développe le cône de scories sans consistance sérieuse, ainsi que des champs de cendres et si, vers la fin de l'éruption, des masses même puissantes de laves s'épanchent en coulées hors du cratère, elles viennent s'étaler localement sur la base cendreuse, facilement destructible.

» Depuis la fin du Miocène, les pluies, les neiges, le vent, les intempéries ont eu largement le temps d'accomplir leur œuvre de destruction; les torrents, en se creusant des sillons profonds dans les scories et les

cendres, ont peu à peu sapé la base des coulées de lave, des porte à faux se sont produits, la couverture lavique s'est dès lors fendillée, des parties se sont éboulées et dès lors leur émiettement final fut assuré.

» Il est bien entendu que tout ce que je viens de dire est le résultat de l'étude détaillée de nombreux groupes de volcans dits homogènes ; du reste, plusieurs pitons des Siebengebirge mêmes ont conservé certaines parties de leur appareil volcanique ; c'est ainsi qu'au pied du Drachenfels il existe encore une puissante masse de scories de la base du cône et il m'est revenu que, dans l'une des exploitations de basalte que nous allons visiter, à un niveau élevé, se remarquent encore des traces de l'antique cratère.

» On le voit donc, les différences si notables qui paraissent exister entre les Siebengebirge et l'Eifel, sont uniquement dues à une différence d'âge considérable et à une action beaucoup plus prolongée de la dénudation par les agents atmosphériques. » *(Applaudissements.)*

Vers 3 heures nous nous rendons à Willscheid, ou plutôt nous y sommes de nouveau transportés par les soins de la Société des basaltes de Linz, cette fois par chemin de fer, dans le wagon de la direction. Le trajet est d'une dizaine de kilomètres, à travers une région admirable ; vers la fin du trajet, la locomotive est détachée, et notre wagon effectue la montée de 149 mètres (entre 81 et 230 mètres), grâce à un système de contrepoids. La carrière de Willscheid (voir pl. X, fig. 3 et 4) est bien la plus remarquable de celles que nous avons visitées ; elle est la plus étendue et la plus profonde ; les colonnes de basalte qui atteignent une longueur relativement considérable, y permettent l'examen de plusieurs particularités : notamment des phénomènes de ségrégation imparfaite dans la masse de la roche, le basalte plus grossier étant impropre à l'exploitation ; des altérations de diverse nature présentant des degrés différents d'intensité de sa périphérie au centre des colonnes ; la présence de formes particulières vers la partie supérieure de la carrière ; notamment des boules de basalte, à structure à peu près concentrique dont se détachent de véritables écailles ; la prédominance en certains endroits de minéraux déterminés, tels que de l'olivine, qui se trouve dans la masse entière à l'état d'inclusion ; les divers types de structure qu'affecte la roche éruptive : depuis le développement colonnaire parfait jusqu'à la structure plus ou moins schistoïde ; la présence de minéraux assez rares tels que philippsite, saphir, etc. ; enfin elle nous montre à l'évidence l'important contact (pl. X, fig. 3 et 4) du basalte colonnaire sur les tufs de l'ancien cratère, ainsi que nous l'avait annoncé M. Rutot. Tout cela nous occupe jusqu'au moment où le représentant de la Société nous offre le vin d'honneur, et nous prie de

vouloir inscrire nos noms au livre d'or de la Société. M. Rutot profita de l'occasion pour remercier la Société de la complaisance qu'elle a mise à nous donner accès à ses carrières, à nous y faire transporter, et à nous y guider.

Au retour vers Linz, le petit train s'arrêta au Meerberg (Düstemich), où déjà, à l'arrivée, l'épanouissement d'une magnifique gerbe de basalte, s'élançant d'une profondeur d'environ cinquante mètres, avait produit sur tous les membres de l'excursion une impression inoubliable (voir pl. IX). L'exploitation y a été abandonnée, les prismes étant sujets au fendillement.

Rappelons aussi qu'à la carrière du Minderberg, nous avons pu voir, à cause de la multiplicité des surfaces de refroidissement, des épanouissements de colonnes partant dans tous les sens et d'un magnifique effet (voir pl. XI).

De Linz nous nous rendîmes par chemin de fer à Rhöndorf, d'où nous devions faire la route jusqu'à Königswinter à pied. Dans la vallée de Rhöndorf, nous pûmes observer un petit pli couché dans le Devonien inférieur, coblenzien; plus loin, vers Königswinter, le chemin nous montre le loess du Rhin reposant en partie sur du Devonien, en partie sur des trachytes et des tufs trachytiques; ce loess du Rhin est caractérisé par l'abondance extraordinaire de *Succinea oblonga* (sur 15,000 coquilles, 8580 appartenaient à cette espèce, d'après Braun); ensuite viennent par ordre d'abondance *Helix hispida*, *Pupa muscorum*, et, plus rare, la *Clausilia parvula*. Quant aux trachytes et aux tufs trachytiques, ils proviennent du Drachenfels, que la Société doit visiter le lendemain, et ils deviennent de plus en plus abondants à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau, jusqu'au moment où le loess ne se retrouve plus dans le chemin.

A 8 heures du soir, nous arrivons à Königswinter, où nous logeons à l'*Hôtel Matern*.

7e JOURNÉE. — SAMEDI 29 AOUT 1896.

Excursion dans le Siebengebirge.

L'itinéraire que nous avons suivi est décrit, mais en sens inverse dans le « *Führer durch das Siebengebirge*, » de M. Stürtz, et indiqué en partie sur la carte au 1/25000 qui accompagne cet ouvrage. Nous pouvons donc nous borner à peu de détails, qu'il sera facile d'intercaler dans cette description, à laquelle nous renvoyons pour le reste.

1° Dans le Nachtigallenthal nous avons observé de grandes masses de tufs trachytiques, que M. Stürtz nous a dit être les plus anciens du Siebengebirge;

2° Près de la ferme de Wintermühlenhof, nous nous sommes arrêtés un moment pour examiner les *Quartzites* du terrain à lignite. Ce sont des roches gréseuses compactes, dures, riches en empreintes végétales, et d'âge aquitanien. 63 espèces de plantes y ont été trouvées par Weber et Wessel (Palaeontographica, vol. IV, 1856).

Les quartzites à grains très fins y alternent avec des bancs de conglomérats, les deux séries de roches passant graduellement l'une à l'autre. La surface des quartzites est ravinée par le tuf trachytique et celui-ci par le loess quaternaire. L'épaisseur des trois couches est respectivement de 5 m. (au-dessus du sol), de 3-6 m. et de 3 m.

3° Après la visite du Drachenfels, l'arrêt à l'Userottewiese où affleure l'andésite amphibolique, la course à l'Oelberg, à la dolérite du Löwenburg, la montagne la plus élevée des Siebengebirge, et la visite de la carrière du Grand Weilberg, où les transformations du basalte en Basaltwacken sont les plus remarquables, nous arrivons à l'abbaye d'Heisterbach, au pied du Petersberg. L'argile gris-foncé oligocène y est recouverte par un gravier grossier, composé presque exclusivement de quartz blanc, mais renfermant aussi des fragments d'andésite amphibolique, ce qui prouverait que la période des éruptions d'andésite remonte au delà du dépôt du gravier oligocène. D'après M. Lorié, qui eut l'occasion de visiter la carrière plus en détail le lendemain, le gravier est coloré en brun vers le haut, en gris vers le bas, sans démarcation nette toutefois ; ces différences de colorations devant être rapportées à des différences dans le degré d'oxydation de la roche, qui est inégalement perméable en ses divers endroits aux eaux d'infiltration.

Du Petersberg nous nous rendîmes en chemin de fer à crémaillère à Königswinter, où l'excursion fut clôturée.

C'est au cours du repas du soir que les chaleureux remerciements de l'assemblée furent exprimés par le président à M. *Stürtz*, dont on ne pourrait assez louer l'obligeance et l'esprit d'organisation. Favorisées par un temps splendide, qui fit vite oublier les averses antérieurement subies, les excursions dans les ravissantes montagnes des Siebengebirge laisseront parmi tous ceux qui les ont suivies, un souvenir ineffaçable auquel restera associé le nom de notre aimable guide, M. Stürtz.

Note. — Une observation intéressante m'a été communiquée par *M. Lorié* peu de temps après l'excursion : près de la gare de Remagen, un chemin creux qui monte du Rhin jusqu'au sommet du plateau coupe successivement les grauwackes du Devonien, le gravier quaternaire, puis le loess. Ce gravier se maintient à un niveau compris entre 170 et 175, et se retrouve même à 200 m. à une distance un peu plus grande du fleuve. Il en résulterait que l'érosion, depuis le dépôt du gravier, atteindrait 100 à 125 m., le niveau actuel du fleuve étant d'environ 80 m.

EXCURSION SUPPLÉMENTAIRE

DU DIMANCHE 30 AOUT

MM. *Dollfus*, *Van den Broeck* et *Mourlon*, désirant étudier encore l'Oligocène des environs de Bonn, se rendirent, avec M. *Stürtz*, de Bonn à Witterschlick par Duisdorf. Notre aimable guide a bien voulu se charger de fournir le compte rendu ci-dessous de cette course supplémentaire.

Avant d'arriver à Witterschlick, la route passe à côté de deux sablières, dont la première se trouve près d'un moulin, la seconde étant un peu plus rapprochée de la gare de Witterschlick. Ces sablières ont fourni les données suivantes :

Au-dessous d'une couche de graviers et de limon ayant à peine 30 centimètres d'épaisseur, se trouvent les sables oligocènes. Une couche d'argile impure traverse les sables supérieurs. L'argile est de couleur obscure; elle monte obliquement de droite à gauche, où finalement elle n'est séparée du diluvium que par une couche très mince de sable. Dans l'argile il y a un banc de lignite argileux contenant beaucoup de débris de plantes fossiles. Un peu plus rapprochée de la base de la couche d'argile il y a une très faible couche de sphœrosidérite englobée dans l'argile. Partout sous celle-ci, il y a des sables blancs, reconnus jusqu'à une profondeur de 16 mètres.

En reprenant la route on est entré dans le village de Witterschlick, et en tournant à gauche les excursionnistes ont passé par une fabrique de pierres réfractaires, dont le directeur voulut bien leur permettre de visiter les argilières qui se trouvent près de la fabrique. Dans ces exploitations le limon quaternaire repose directement sur des couches d'argiles oligocènes, bleues et blanches. Il n'y a point de sables. A un endroit la coupe qu'on a pratiquée de haut en bas pour arriver aux argiles, fait voir au-dessus d'eux, les couches onduleuses du limon quaternaire, qui, malgré sa stratification, est toujours de la même composition minéralogique.

De Witterschlick on reprend la route pour Duisdorf. D'après M. Pohlig (Sitzungsberichte der Niederrhein. Gezell. Natur-und Heilkunde 5 Novembre 1883) il y a entre Duisdorf et Längedorf des couches qu'il croit être d'âge pliocène, tandis que le terrain à lignite de Bonn serait d'âge miocène. Il y a dans son Pliocène des débris de fossiles qui appartiennent, d'après lui, au Sénonien et qui viennent on ne sait d'où.

M. *Stürtz* (Zeitschrift Deut. Geol. Gesellsch. 1897) n'admet pas qu'il soit prouvé qu'il y ait des fossiles sénoniens à Duisdorf et que le Pliocène serait représenté près de Bonn.

D'après M. Schlüter (Zeitschrift Deut. Geol. Gesellsch., juillet-septembre 1897) « *Zur Heimathfrage jurassicher Geschichte im westgermanischen Tieflande* » les fossiles de Duisdorf sont d'âge jurassique.

Au-dessus du village de Duisdorf, en montant dans la direction d'un bois et suivant un chemin direct pour Witterschlick on passe par un ravin couvert de broussailles. La pente gauche du ravin laisse entrevoir à travers les broussailles des sables tertiaires (sur lesquels repose la terre arable sous forme d'un limon sableux probablement d'âge quaternaire ancien), et, à un endroit un peu plus en amont dans le ravin, M. Stürtz, postérieurement à notre visite, a fait découvrir à coups de pioche la coupe, que les broussailles nous avaient empêchés de bien voir.

Au-dessous de la couche de limon sableux, de $1^{m},80$ d'épaisseur représentant le Diluvium limoneux, on remarque une couche stratifiée de tuf volcanique, à grains fins, de cendres décomposées et contenant des fragments de cristaux de Biotite. Le tuf repose sur du sable tertiaire qui forme toute la partie inférieure des flancs du ravin. Il y a des sables d'une épaisseur d'au moins 3 mètres. Le sable est très fin et de couleur bleue grise à la base du tuf aux points où il a été mis nouvellement à jour et de couleur jaune plus bas, c'est-à-dire là où il est découvert depuis longtemps, formant l'escarpement du ravin.

Montant plus haut dans le ravin, on remarque que le tuf se rapproche de plus en plus de la surface du sol, de manière qu'il n'y est plus couvert que d'une couche très mince de Diluvium limoneux. A partir de ce point, c'est-à-dire vers la fin du ravin, le flanc gauche de celui-ci est formé par des graviers absolument diluviens. Cependant il y a ici, au-dessous des graviers et au-dessus des sables, encore une couche de limon (Loess) dans laquelle on remarque de petits fragments de tuf. Il y en a peu, mais toujours ces rares fragments forment une ligne continue et au même horizon dans le limon.

Le *tuf volcanique est donc d'âge quaternaire;* il repose pour la plus grande partie sur du sable tertiaire, mais à un endroit il y en a dans du limon diluvien.

Le volcan quaternaire le plus proche actuellement connu est le Rodderberg, près de Rolandseck, à une distance de treize kilomètres. Mais entre les deux points, et à certaine distance du Rodderberg, on ne connaît point de tuf de composition semblable à celui de Duisdorf. Il

semblerait donc qu'à Duisdorf on rencontre les dernières traces d'un ancien volcan quaternaire *complètement disparu*.

Le tuf volcanique de Duisdorf a été mentioné le premier par Noeggerath (*Trass von Duisdorf*, Verhandl. der Naturhist. Ver. Rheinland 1860). Plus tard M. Pohlig a fait figurer une coupe de la localité. (Zeitschrift deut. Geolog. Gezell. 1888). M. Pohlig croit reconnaître ici, comme près du Rodderberg, des tufs volcaniques à cendres d'âge pliocène ; cependant la preuve qu'il y a dans ces contrées du Rhin des couches pliocènes est encore à fournir.

Après avoir passé le ravin on tourne à droite pour arriver de suite en un point où une couche de Loess diluvien repose sur des graviers, qui, comme on peut l'observer dans une fosse à proximité, représentent la partie supérieure de la couche à cailloux blancs stratifiés de l'Oligocène.

Après avoir déjeuné à Bonn, nous prîmes le petit chemin de fer pour Mehlm, village sur la rive gauche du Rhin en face de Königswinter, pour visiter les argilières au-dessus du village de Lannesdorf. A partir de Lannesdorf on marche sur le diluvium. Dans un ravin on observe que le Loess à 7 mètres d'épaisseur. Le Loess repose sur le Devonien inférieur. En montant toujours on arrive aux argilières. Au-dessous des graviers diluviens, se trouve le terrain à lignite. Il y a, vers le haut, des couches d'argiles sableuses et quelques débris de lignite. Plus bas on remarque la couche à quartzites, et encore plus bas, commencent les couches d'argile pure, blanche et bleue.

De Mehlem nous sommes retournés à Godesberg et le reste de l'après-midi fut consacré à la visite de la montagne de Godesberg. (Vue splendide, ruines. Rentrée à Bonn.)

B. STÜRTZ.

ANNEXE

Liste des ouvrages à consulter, ayant figuré dans la circulaire de l'excursion et à laquelle peuvent se référer les lecteurs du présent compte rendu, désireux d'étudier plus spécialement certains points non développés dans les textes qui précèdent.

W.-C.-H. STARING. — De Bodem van Nederland. 2 vol. in-8°. Haarlem, A.-C. Kruseman, 1856-1860. Voir, t. II (1860), pp. 270-272, les détails relatifs à la coupe d'Elsloo.

BINKHORST VAN DEN BINKHORST. — Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg, etc. Maastricht, 1859. Un vol. gr. in-8°, 268 p., 5 pl. et une esquisse de carte géol. de Maastricht à Aix-la-Chapelle.

VON DECHEN. — Geognostiche Führer in das Siebengebirge 1861. Bonn, *Fr. Cohen*, avec une carte géologique.

A. DUMONT. — Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires, édités par MICHEL MOURLON. T. I, terrain crétacé, Bruxelles, Hayez, 1878 (contient la description des coupes et des diverses zones stratigraphiques du Crétacé sénonien et maastrichtien de la vallée du Geer, du Limbourg hollandais et du Crétacé inférieur et moyen de la région d'Aix-la-Chapelle.

C. UBAGHS. — Description géologique et paléontologique du sol du Limbourg. *Ruremonde, 1879 (Romen et fils) et Aix-la-Chapelle (Benrath et Vogelsang).* Un vol. gr. in-8°, 275 p. 7 pl. paléont.

M. MOURLON. — *Géologie de la Belgique*, Hayez, 1880. Tome I (voir pp. 180-188, Massif crétacé de Maastricht ou du Limbourg, y compris Aix-la-Chapelle (p. 181).

E. DELVAUX. — Compte rendu de l'excursion de la Société royale Malacologique de Belgique à Maastricht, etc., en août 1882. *(Ann. Soc. R. Malac. de Belgique, t. XVII, 1882, Mémoires).* Voir pp. 50-71, détails sur le Tufeau en général, sur la vallée de la Geul et sur les galeries souterraines de Fauquemont.

A. DUMONT. — Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires, édités par Michel Mourlon, t. IV. Terrains tertiaires, 3e partie. Bruxelles, Hayez, 1882. Oligocène et Miocène du Limbourg. Coupe d'Elsloo (ou Stein) v. p. 582-83. Oligocène du Limbourg hollandais (V. p. 565-572).

J. PURVES. — Sur les dépôts fluvio-marins d'âge sénonien, ou sables aacheniens de la province de Liége. *(Bull. Musée royal d'Hist. Nat. de Belgique, t. II, 1883, pp. 153-182 pl.)*

(Description et figuration des coupes aachéniennes types des environs d'Aix-la-Chapelle.)

E. VAN DEN BROECK. — Explication de la feuille de Bilsen pour les terrains oligocène, quaternaire et moderne (avec la collaboration de M. *A. Rutot* pour le terrain éocène). Bruxelles, F. Hayez, 1883. Un vol. gr. in-8°, 212 p., 2 pl. couleurs.

(Travail relatif aux études faites dans le Limbourg belge, pendant la première journée.)

M. LOHEST. — Le conglomérat à silex et les gisements de phosphate de chaux de la Hesbaye. *(Ann. Soc. Géol. de Belgique*, Liége, t. XII, 1884-85, pp. 51-81).

C. UBAGHS. — Compte rendu général des séances et excursions de la Société belge de Géologie à Maastricht, les 17, 18 et 19 septembre 1887. *(Ann. Soc. belge de Géol. t. I, 1887, Mém., pp. 209-234.)*

(Plus spécialement consacré à la région de Maastricht et de Kunraad.)

A. ERENS. — Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport du Limbourg hollandais. Liége, 1889.

A. ERENS. — Recherches sur les formations diluviennes du sud des Pays-Bas. Extr. *Archives Teyler*, série II, t. III, 6e partie. Haarlem, 1891.

A. ERENS. — Le courant normano-breton de l'époque glaciaire. Extr. *Archives Teyler*, série II, t. IV, 1re partie. Haarlem, 1892.

(Ces trois derniers travaux à consulter surtout pour l'étude du problème des roches cristallines vues pendant la troisième journée.)

C. UBAGHS. — Sur l'origine des vallées du Limbourg hollandais *(Bull. Soc. belge de Géol., t. VI, 1892, Mém. pp. 150-169).* — (Failles et dénivellations de la vallée de la Geul.)

E. VAN DEN BROECK. — Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien supérieur du Brabant. (*Ibidem*, t. VII, 1893. Pr.-Verb., pp. 208-302.)

A. RUTOT. — Essai de synchronisme des couches maastrichtiennes et sénoniennes de Belgique, du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle. *(Bull. Soc. belge de Géol. t. VII, 1884, Mémoires, pp. 145-194).*

A. ERENS. — Observations sur l'Oligocène supérieur dans le Limbourg hollandais et en Belgique. *(Bull. Soc. belge de Géol. t. IX, 1895, fasc. I, Pr. Verb., pp. 11-15).*

Dr E. HOUZÉ. — Description d'une mandibule humaine quaternaire. Découverte de M. Erens à Wylré. Bruxelles, Hayez, 1897 (1).

(Ces deux derniers travaux utiles pour la course d'Elsloo (3e journée).

(1) Renseignement complémentaire ajouté pendant l'impression.

TRADUCTIONS & REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

TOME X DU BULLETIN

ANNÉE 1896

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

LES IRRIGATIONS

AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

COMPTE RENDU DES ÉTUDES HYDROLOGIQUES

faites par le « **U. S. Geological Survey** » (1)

PAR

J. Hans

Ingénieur civil.

INTRODUCTION

La partie des États-Unis où le gouvernement se propose d'organiser un service d'irrigations comprend une vaste contrée de 3.450.000 kilom² de superficie, c'est-à-dire environ le tiers de l'étendue des divers États formant la République. Bornée à l'Est par une ligne suivant à peu près le 100ᵉ méridien, à l'Ouest par une limite assez irrégulière distante de la côte du Pacifique d'environ deux degrés, elle s'étend au Nord jusqu'aux Possessions anglaises du Canada et au Sud jusqu'au Mexique. Cette vaste contrée est traversée par les importantes chaînes des Montagnes Rocheuses et des Monts Apaches et est arrosée par de grands fleuves : le Missouri, le Rio Grande et le Colorado, entre autres. Sur une telle surface, il est évident que l'on rencontrera toutes les variétés de climats et de terrains : une grande partie d'entre eux ne pourront jamais être utilisés pour l'agriculture, soit par leur altitude, soit par la teneur de leur sol en sels alcalins.

Cette vaste contrée a, d'après la nature de la végétation qui y croît, été divisée en quatre régions. La plus grande partie est formée de pâturages et comprend 2.459.000 kilom², c'est-à-dire environ les 7/10

(1) Résumé fait d'après les volumes spécialement consacrés à l'*Irrigation* accompagnant les « *Annual Reports of the U. S. Geological Survey*, J.-W. Powell, director. » Voir 10ᵉ, 11ᵉ, 12ᵉ, 13ᵉ et 14ᵉ « Annual Reports » (1888-89 à 1892-93).

des régions arides ; les déserts, où le manque d'eau est si absolu que le bétail ne peut y subsister, ne comprennent que 259.000 kilom² (un peu moins du dixième de la région) ; les 800.000 kilom² restants sont formés de forêts composées en partie de haute futaie (366.000 kilom²) et en partie d'arbrisseaux (466.000 kilom²) qu'on ne peut songer à utiliser que comme bois à brûler. Ces grandes forêts ne croissent guère que dans les régions montagneuses et on ne peut guère songer à trouver leur utilisation pour l'agriculture. En en faisant abstraction, il reste encore au moins deux millions et demi de kilomètres carrés de terrains formant un sol capable d'être fertilisé, auquel il ne manque qu'une quantité suffisante d'*humidité* pour acquérir une grande valeur agricole. Le système de culture par irrigation, le seul possible, est encore très peu répandu dans l'Ouest des États-Unis. Les travaux effectués jusqu'en 1890 ont à peine permis de livrer à la culture 4/10 °/₀ de cet immense territoire, et encore ces travaux, exécutés le plus souvent sans vues d'ensemble, ne permettent pas d'utiliser complétement les ressources hydrauliques du pays. Ces travaux d'irrigations, entrepris avec beaucoup de soin, sont destinés à accroître dans une large mesure la prospérité nationale des États-Unis.

Historique de l'organisation du service des irrigations.

La valeur agricole que l'on pouvait espérer obtenir des régions arides était depuis longtemps connue ; mais ce n'est que le 13 février 1888 que le Sénat des États-Unis chargea le Secrétaire de l'Intérieur d'examiner l'utilité d'organiser, par le Service géologique de son département, un centre spécial d'étude des moyens à employer pour irriguer les régions arides.

Le directeur du service géologique, M. Powell, émit à ce sujet un avis très favorable ; il indiqua, dans un premier rapport, les systèmes à employer pour arriver à tirer parti de l'eau disponible ; il ajoutait que les travaux topographiques, déjà commencés par le « Geological Survey » devraient être le travail préliminaire aux études des systèmes d'irrigations. Dans un second rapport, en réponse à la demande faite par le Sénat, au sujet du subside nécessaire à ce nouveau service, M. Powell en esquissa l'organisation.

Afin de déterminer : 1° la plus grande étendue possible de terrains à cultiver et le choix le plus avantageux ; 2° le meilleur emplacement des réservoirs ; 3° le meilleur système de canaux d'amenée de ces eaux, trois choses importantes devaient être faites : *a)* le tracé d'une carte topographique avec courbes de niveau assez rappro-

chées représentant convenablement la surface du sol ; *b)* la détermination du débit annuel total de chaque cours d'eau à utiliser, la répartition de ce débit aux différentes époques de l'année ; *c)* l'examen des terrains que l'on pouvait choisir comme surfaces à irriguer. Il était nécessaire aussi de faire, en divers points des régions arides, des expériences sur l'évaporation de la surface des réservoirs et des lacs, et la quantité de sédiments tenus en suspension dans les eaux courantes ; il fallait réunir le plus grand nombre de renseignements tant scientifiques qu'agricoles ou économiques sur les régions que l'on comptait irriguer.

Organisation du service.

Le *Geological Survey* répartit le service des irrigations en trois divisions : topographique, hydrologique et technique, à la tête desquelles furent placés des spécialistes chargés de la direction des travaux.

Le service topographique devait s'occuper du lever d'une carte détaillée des régions à irriguer ; il devait y déterminer avec exactitude les deux facteurs les plus importants pour l'étude hydrologique, savoir : la surface des bassins des rivières, et les pentes existant dans ces bassins.

Le service technique devait faire le choix des emplacements où l'on pouvait établir les réservoirs de retenue, étudier les tracés des rivières et canaux, faire les projets des ouvrages d'art nécessaires à l'utilisation des eaux.

But du service hydrologique.

Le service hydrologique attirera seul notre attention dans la présente note. Toute étude relative aux irrigations demandant une connaissance approfondie de la distribution des eaux dans chaque bassin et de la quantité d'eau utilisable en divers points de ceux-ci, le travail principal doit consister à effectuer le jaugeage des cours d'eau. Comme le débit des rivières varie de jour en jour, et diffère beaucoup d'une année à l'autre, il est indispensable de faire ce travail pendant une série d'années. De cette manière seulement, on obtiendra pour les périodes d'étiage, de sécheresse on d'inondation, les débits moyens et extrêmes, et cela avec d'autant plus d'exactitude que ces résultats proviendront d'une période plus longue d'observation. Les résultats trouvés pour un cours d'eau ne peuvent en général s'appliquer à d'autres cours d'eau qu'avec certaines modifications. Il n'est pas possible, néanmoins, d'entreprendre le jaugeage de toutes les rivières d'une contrée aussi vaste que la région aride : ce travail serait trop

long et extrêmement coûteux. Aussi peut-on se contenter de faire des jaugeages continus, pendant plusieurs années, de quelques rivières prises pour types, et d'appliquer, ensuite, les résultats obtenus de cette façon, aux rivières se trouvant dans les mêmes conditions.

Outre la détermination des débits, le service hydrologique est chargé aussi des observations pluviométriques dans les localités où le service météorologique des États-Unis n'a pas de stations; il doit aussi étudier l'évaporation à la surface des lacs et déterminer la quantité de sédiments tenus en suspension dans l'eau des rivières.

Méthodes de jaugeage.

Les méthodes employées pour faire les jaugeages des rivières sont au nombre de cinq : on peut jauger par flotteurs, par empotement, par déversoirs, par le calcul, ou par appareils de mesure de la vitesse du courant. De ces systèmes, le dernier, presqu'exclusivement, a été employé par le service américain. Les méthodes par empotement et par déversoirs ne sont pas pratiquement applicables à des rivières d'une certaine importance; ils nécessitent d'ailleurs l'établissement d'ouvrages d'art trop considérables pour qu'on puisse les utiliser autrement que pour de petits ruisseaux. La méthode qui consiste à déterminer le débit, connaissant le profil en long de la rivière et une série de profils en travers, manque absolument de rigueur à cause de la difficulté de déterminer le coefficient de frottement sur le lit de celle-ci. Quant au procédé par flotteurs, il peut s'appliquer lorsque, ne disposant pas d'instruments précis, on désire néanmoins avoir une idée du débit d'une rivière. Il a été nécessaire de l'employer aux États-Unis dans certains cas où un accident avait mis les instruments hors d'usage. Il consiste à mesurer, à l'aide d'un flotteur, la vitesse maximum à la surface du courant, à en déduire la vitesse moyenne dans une section donnée, dont on mesure la surface; en multipliant la surface du profil en travers par la vitesse moyenne, on obtient le débit de la rivière. Il faut, pour que l'on obtienne par cette méthode un résultat satisfaisant, que le lit du cours d'eau ne soit pas trop raboteux, ou du moins que les inégalités soient peu sensibles relativement aux profondeurs.

Jaugeage par tachomètres.

Le procédé par appareils de mesure de vitesse du courant, ou tachomètres, est le plus précis pour jauger les rivières d'une assez grande importance. Il consiste à diviser la section du cours d'eau en un cer-

tain nombre de petites surfaces pour lesquelles la vitesse, considérée comme constante, se mesure en employant le tachomètre; le débit s'obtient en faisant le produit de ces diverses petites sections par chacune des vitesses correspondantes et en faisant la somme des produits partiels ainsi obtenus.

Description des tachomètres employés.

Le service géologique des États-Unis fait usage des deux modèles de tachomètres : le tachomètre ordinaire (Colorado) et le tachomètre électrique de Haskell.

Tous ces tachomètres sont composés d'une roue à ailettes mobiles autour d'un axe. Quand on plonge l'instrument dans l'eau courante, ces ailettes se mettent à tourner; le mouvement de celles-ci se communique à une série de roues dentées formant dans leur ensemble un compteur de tours, au moyen duquel on peut se rendre compte, par un simple coup d'œil, du nombre de révolutions effectué par les ailettes. Celles-ci peuvent être à volonté embrayées avec le compteur, de sorte qu'il est possible de faire enregistrer ou non, le nombre

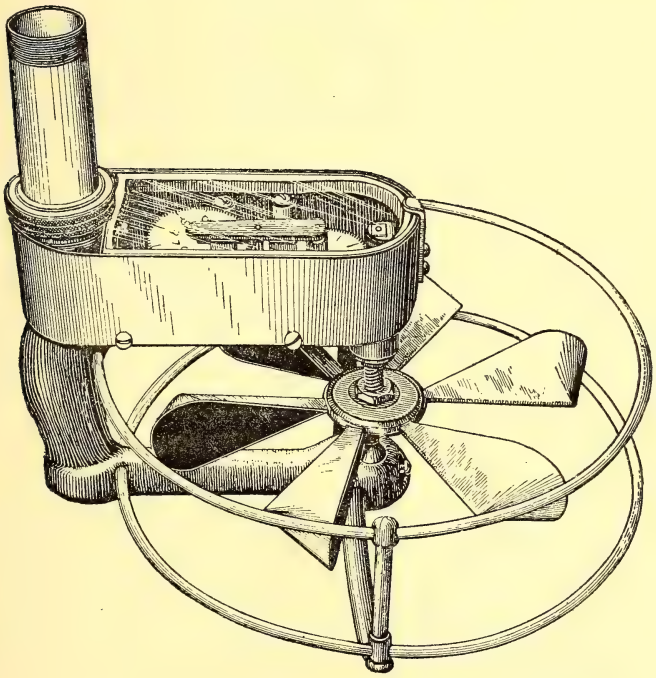


Fig. 1. — Tachomètre du Colorado (nouveau modèle).

de leurs révolutions. Lorsqu'on doit faire un jaugeage dans une rivière à courant de vitesse modérée, on fixe l'appareil à une tige, on l'introduit dans l'eau en se tenant sur une barque ; on met la roue en mouvement pendant quelques secondes jusqu'à ce qu'elle atteigne la vitesse exacte du courant, puis on embraye l'appareil. Celui-ci s'étant mû pendant un nombre donné de secondes, on le désembraye, on le retire de l'eau et on fait la lecture du nombre de tours, ce qui permet de déterminer, à l'aide du coefficient propre à l'appareil, la vitesse du courant au point où la mesure s'est faite.

Le « Colorado Current Meter » employé par le *Geological Survey*, est un instrument très simple, formé d'une roue à cinq aubes, en forme de coupes, semblables à celles d'une girouette ; cette roue se meut autour d'un axe vertical. Elle peut être embrayée à volonté avec un compteur de tours placé au-dessus d'elle ; un léger câble permet d'établir cette transmission de mouvement au compteur, sans modifier en aucune façon le mouvement de la roue à aubes. L'appareil est garanti des chocs qui pourraient se produire, contre les corps entraînés dans l'eau, végétaux, bois, etc., par une sorte de cuirasse métallique, formée de deux cercles horizontaux réunis par des pièces verticales. La roue se débarrasse d'ailleurs elle-même des feuilles et des herbes qui l'obstruent. Ce tachomètre a l'immense avantage d'être léger et portatif ; il convient parfaitement pour des rivières à courant modéré, dont la profondeur n'est pas trop grande.

Lorsque le courant est violent, il est très difficile de maintenir verticale la tige qui tient l'appareil, et le nombre de tours de la roue est alors modifié dans une certaine mesure. Aussi a-t-on soin dans ce cas de fixer solidement une barre de fer dans le lit du cours d'eau ; un câble est attaché à la partie inférieure du tachomètre, passe dans un anneau qui peut glisser sur la tige de fer du fond, et remonte jusqu'à la barque où se trouve l'observateur. De cette façon, il est aisé de communiquer à l'appareil un mouvement dans le sens vertical et dans le sens horizontal, et de le mettre en station en n'importe quel point du profil en travers du cours d'eau.

Le Service des Irrigations fit aussi usage d'un tachomètre enregistreur électrique (Haskells' Current Meter) (fig. 2) qui pouvait être utilisé également dans les rivières à courant faible ou rapide. Il permettait à l'observateur, placé sur la rive, de connaître la vitesse du courant en un point quelconque du profil en travers du cours d'eau. Cet appareil est composé d'une petite hélice dont les ailes se débarrassent automatiquement de tous les corps étrangers qui l'obstruent ; cette hélice a des dimensions déterminées, de façon à faire une révolution

pour une vitesse de courant d'un pied par seconde. Contre la partie postérieure de la roue s'appuie une petite pointe métallique, en connexion, à l'aide d'un câble, avec une batterie électrique établie sur le rivage ; sur le circuit se trouve, d'ailleurs, un compteur. A chaque tour de l'hélice, il se produit une interruption de courant, la pointe métallique y venant en contact, tantôt avec des parties de bronze de l'axe de l'hélice, tantôt avec des parties de vulcanite. L'axe de l'hélice est prolongé par une sorte d'aile, d'assez grande longueur, qui permet à l'appareil de prendre la direction du courant. Cet instrument a donné de bons résultats dans les jaugeages où l'on s'en est servi ; il est solidement construit et n'a que l'inconvénient, inhérent à tout tachomètre électrique, de nécessiter le transport de batteries et câbles électriques.

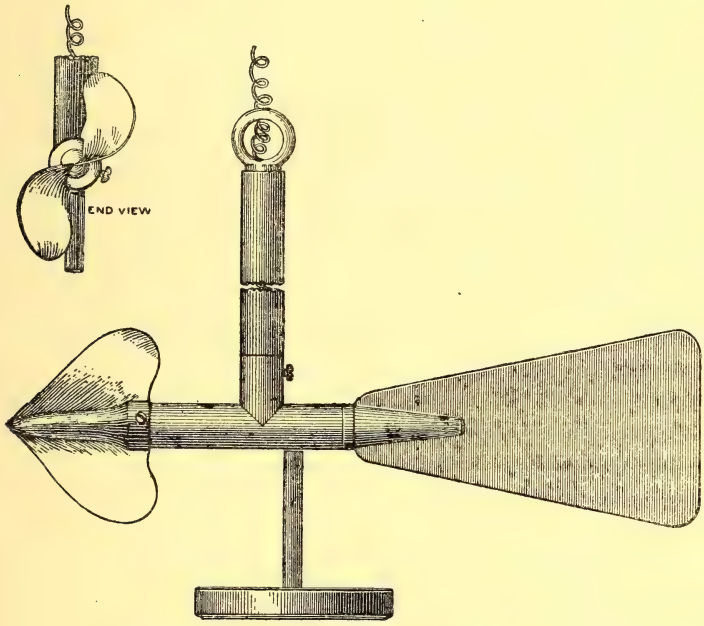


Fig. 2. — Tachomètre électrique de Haskell.

Le tachomètre de Haskell a subi dans ces dernières années (rapport de 1892-93) des modifications très heureuses au point de vue de la facilité de son emploi ; ses dimensions ont été réduites ; il est devenu ainsi beaucoup plus portatif. On a réduit à deux les ailes de l'hélice servant à enregistrer la vitesse du courant ; chaque appareil est construit de façon à ce qu'on puisse lui adapter aisément deux espèces

d'hélices, l'une servant pour des courants rapides, l'autre pour des courants de faible vitesse. Le tachomètre est vissé à l'extrémité d'une tige formée de plusieurs pièces, que l'on peut fixer les unes aux autres. Cette tige est évidée à son centre, de façon à permettre le passage du conducteur électrique mettant les batteries en connexion avec l'hélice.

Le tachomètre Colorado (fig. 1) a subi aussi quelques modifications dans la manière dont on produit l'embrayage des roues à aubes et du compteur de tours ; au lieu d'employer à cet effet un câble, on produit cette connexion au moyen d'une petite tige placée à l'intérieur de la grande tige à laquelle le tachomètre est fixé.

Outre les tachomètres électriques et à enregistrement direct, le *Geological Survey* fit usage d'un troisième type d'appareil possédant certains avantages. Cet instrument est le plus simple et le plus durable des tachomètres, car il ne possède qu'un seul organe mobile : la roue servant à indiquer la vitesse du courant. Inventé par M. Frizell, il consiste en une roue montée de façon que, quand elle se meut, une petite came la force à se glisser sur son axe de rotation et à s'y avancer d'une longueur variant d'un trente-deuxième à un soixante-quatrième de pouce. Les deux surfaces qui portent cette came s'appliquent exactement les unes sur les autres dans une seule position ; mais aussitôt que la roue se met en mouvement, elle est contrainte de glisser sur son axe de rotation. Dès que les dents de la came arrivent en coïncidence, la roue revient à sa position primitive et il se produit un déclic distinct que l'on peut aisément entendre en plaçant l'oreille contre la tige métallique qui soutient le tachomètre. L'opérateur place l'appareil en un point quelconque du cours d'eau, compte les déclics pendant un certain temps à l'aide d'un compteur à secondes. On compte généralement le nombre de déclics pour cinquante ou cent secondes, ou le temps employé par l'appareil pour faire cent révolutions.

On a quelquefois converti des tachomètres électriques en appareils du type précédent en mettant la roue en connexion avec un « Sounder » télégraphique ordinaire. Ces instruments transformés ont les désavantages d'avoir toutes les complications qui avaient précisément conduit l'inventeur à faire le projet de son « Sounding Meter ». Un homme soigneux peut très aisément être mis au courant de la pratique de ce dernier tachomètre et faire de cette manière des observations dont les calculs sont effectués par l'ingénieur chargé du service.

Calibrage des appareils.

Nous avons dit plus haut que, pour déterminer la vitesse du courant en fonction du nombre de tours de la roue, il fallait multiplier le nombre trouvé par un coefficient, propre à l'appareil; la détermination de ce coefficient constitue le calibrage du tachomètre. Cette opération s'effectue en faisant parcourir à l'instrument, dans une eau tranquille, un espace donné en un temps donné; ce qui permet de déterminer le rapport existant entre le nombre de révolutions de la roue et la vitesse de l'eau.

Le Service des Irrigations établit à Denver une station de calibrage où les instruments étaient essayés avant leur emploi et vérifiés de temps à autre.

Il employa, à cet effet, un réservoir recouvert d'une terrasse, dans laquelle on pratiqua une ouverture de cent cinquante pieds de long, assez large pour permettre le passage de la tîge du tachomètre; sur cette terrasse et de chaque côté de la rainure se trouvait un rail. Sur la voie ainsi construite circulait un chariot disposé de façon à maintenir verticalement au centre de l'ouverture la tige du tachomètre. Ce chariot devait se mouvoir d'un mouvement uniforme; des cordes s'enroulant sur un tambour actionné à la main permettaient de remplir cette condition. Les mesures de vitesse du chariot se faisaient sur un parcours exactement mesuré de cent pieds de longueur; les cinquante pieds supplémentaires de rails étaient établis pour qu'il puisse atteindre, au commencement de sa course et conserver jusqu'à la fin de celle-ci, la vitesse à laquelle il devait se mouvoir uniformément pendant son mouvement. Aussitôt que le tachomètre passait au point origine du parcours, un enregistreur et une montre à secondes se mettaient automatiquement en mouvement et marchaient jusqu'au moment où l'appareil atteignait le centième pied. On répétait plusieurs fois ces opérations en commençant par les vitesses aussi petites que possible et en augmentant progressivement celles-ci. Ces expériences permettaient de calibrer l'instrument, en employant, pour la détermination des coefficients, soit une méthode graphique, soit une méthode analytique.

On peut avoir, dans la méthode analytique, la plus grande confiance; mais elle demande beaucoup de temps et une grande habitude des mathématiques, de sorte qu'elle est sujette à de grossières erreurs entre les mains d'un observateur de capacité ordinaire. La solution graphique est meilleure parce qu'elle est plus simple et plus rapide : les diagrammes présentent, sur des colonnes de chiffres, l'avantage

que l'œil se rend immédiatement compte des résultats et que les contradictions en ressortent d'une manière visible.

La méthode graphique consiste à marquer, sur du papier quadrillé, le résultat de chaque observation, indiquant en abscisses le nombre de révolutions, par seconde, de l'instrument, et, en ordonnées, la vitesse par seconde imprimée à l'appareil pendant la même expérience; on obtient, de cette façon, une série de points que l'on réunit par une ligne droite ou par une ligne légèrement courbe, permettant de déterminer la moyenne de toutes les observations. De la position de cette ligne, résulte la possibilité de lire le coefficient de l'instrument pour une, deux, trois, ou un plus grand nombre de révolutions par seconde.

Quand, dans l'emploi ordinaire des instruments, les conditions sont renversées, le tachomètre étant alors en place, et l'eau animée de mouvement, le nombre de révolutions de l'instrument est lu sur celui-ci et la vitesse de l'eau est déterminée immédiatement au moyen des valeurs que l'on trouve dans le tableau graphique tracé précédemment.

De ce que nous venons de dire résulte que, pour chaque vitesse du courant, le coefficient de l'appareil varie légèrement. Avec la plupart des instruments employés, il a été reconnu que trois coefficients seulement suffisaient; pour les eaux tranquilles, pour les eaux animées d'une vitesse moyenne de quatre pieds par seconde, et pour les courants torrentiels.

Modes d'emploi des tachomètres.

Il y a plusieurs méthodes d'emploi du tachomètre pour déterminer le débit total d'un cours d'eau; ces manières d'opérer proviennent de ce que la vitesse de l'eau varie en différentes parties de la rivière et qu'elle est la plus grande, en général, au milieu du cours d'eau et près de sa surface. Si une rivière coulait comme une masse solide, il serait très simple de faire quelques mesures de vitesse en quelques points ; mais comme la vitesse de l'eau, en un point d'un profil en travers, n'a pas de rapport avec la vitesse en un autre point, beaucoup de mesures doivent être faites pour obtenir le débit. Dans des rivières larges et profondes, les mesures sont faites en un grand nombre d'endroits également distribués dans le profil en travers du fleuve; en chaque endroit on fait des observations de la vitesse à proximité de la surface, près du fond, et en divers points intermédiaires distants de cinq à dix pieds dans le sens vertical; de cette façon la vitesse est obtenue en un grand nombre de points distribués symétriquement dans le

profil en travers ; la moyenne de ces vitesses est prise pour la vitesse du fleuve entier, le débit étant obtenu en multipliant l'aire du profil en travers, en ce point, par la vitesse moyenne dont le courant y est animé. Dans des rivières peu profondes, le travail peut cependant être abrégé par une méthode dite *d'intégration.*

Au lieu de faire des mesures de vitesse en divers points d'une même verticale, on fait mouvoir le tachomètre très doucement et d'un mouvement uniforme, depuis la surface jusqu'au fond, et on le ramène au jour pour obtenir de cette manière la moyenne des vitesses en tous les points de la verticale considérée. Dans ce cas, la rivière est censément divisée en une série de petits cours d'eau de même largeur, le débit de chacun étant obtenu en multipliant l'aire considérée par la vitesse observée ; en ajoutant ensuite ces débits, on obtient le débit total.

Avec un peu d'habitude, un observateur peut élever et abaisser régulièrement le tachomètre en un nombre donné de secondes ; par exemple, pour une rivière de cinq pieds de profondeur, on promène l'appareil de la surface au fond en vingt secondes ; on le remonte également en vingt secondes, et on répète trois fois l'opération, de sorte que l'observation demande en tout deux minutes.

Pour mesurer le débit de canaux et de petits cours d'eau dont la pente de fond est presque nulle, on a quelquefois employé la *méthode d'intégration horizontale ou diagonale* qui donne, en une fois, la vitesse moyenne du cours d'eau. Le tachomètre, dans le premier cas, est promené lentement et horizontalement d'un côté à l'autre du cours d'eau. Quant à la méthode d'intégration diagonale, elle consiste à faire mouvoir l'appareil sous un angle de 45° depuis la surface de l'eau contre une rive jusqu'au fond, à le remonter sous le même angle jusqu'à la surface et à continuer ainsi jusqu'à la rive opposée. Le résultat obtenu par cette méthode est susceptible d'être vérifié en faisant mouvoir le tachomètre en diagonale, mais en atteignant cette fois la surface de l'eau au point situé verticalement au-dessus des endroits où l'appareil touchait le fond dans l'expérience précédente.

Choix d'une station de jaugeage.

En commençant une série de jaugeages il faut, avant tout, choisir sur la rivière un bon emplacement, déterminé surtout par une grande facilité d'accès. Le lit et les rives doivent être fixes ou, du moins, ne pas se modifier à chaque période de hautes eaux de la rivière ; en outre, le courant doit y être d'une rapidité modérée. De telles places sont malheureusement rares et les meilleurs endroits où l'on puisse faire

des jaugeages sont souvent éloignés de toute route et de toute habitation. Dans de telles circonstances, il est nécessaire d'examiner avec soin le coût de l'établissement et de l'entretien du poste et de mettre ces frais en regard avec la valeur des résultats qu'on peut y obtenir.

Après avoir recherché plusieurs endroits où l'on peut faire de bons jaugeages, le point qui détermine le choix final se porte, en règle générale, sur l'endroit où l'on peut trouver un observateur de confiance. Cette recherche est le détail le plus difficile et le plus fastidieux de l'organisation du service hydrologique dans l'Ouest. Il est évident qu'excepté dans de rares cas, aucun service ne peut employer un homme à porter uniquement son attention sur les fluctuations d'une rivière, et à s'occuper uniquement d'un enregistreur automatique ou nilomètre. Il faut s'assurer nécessairement les services de quelques personnes qui, par leurs occupations habituelles, sont contraintes de vivre à quelque distance du poste de jaugeage, et qui, moyennant une légère rémunération, veulent bien s'acquitter de la charge de faire des relevés journaliers. On paie généralement ces auxiliaires 4 à 10 dollars par mois, suivant le nombre de leurs observations quotidiennes et le temps qui leur est nécessaire pour aller au poste de jaugeage et en revenir.

Equipement des stations.

Les rivières jaugées jusqu'à ce jour n'ont guère dépassé 500 pieds de largeur ; il a donc été possible, en tous les cas, de tendre un ou plusieurs câbles d'une rive à l'autre, au-dessus du profil en travers du cours d'eau où l'on se proposait de faire un jaugeage. L'équipement d'une station varie avec la méthode employée ; mais la description suivante s'appliquera à la plupart des stations du service.

Jaugeage effectué du pont d'une barque.

Un câble, divisé en parties égales de 5, 10 et 20 pieds chacune, est fixé solidement au-dessus de la section où se fait le jaugeage et à une hauteur que ne peuvent atteindre les plus hautes eaux ; ces divisions sont faites d'une manière bien visible et déterminent les points où se mesure la vitesse du courant.

A peu de distance en amont du câble ainsi divisé (20 ou 50 pieds au plus), on tend au travers du cours d'eau un autre câble d'un demi ou de sept-huitièmes de pouce de diamètre, dont les extrémités sont fixées sur les rives par des montants avec contrefiches et sont ensuite solide-

ment ancrées dans le sol. Sur ce câble court une poulie (trolley) et de celle-ci part une corde fixée à un bateau, l'ensemble formant un système semblable à celui employé pour les bacs de passage d'eau. Cette barque est retenue de telle façon que son extrémité arrive directement sous le câble divisé indiquant l'emplacement du profil où doit se faire le jaugeage. En se tenant assis, ou debout sur une petite plate-forme placée à son extrémité, l'observateur peut placer le tachomètre en un point quelconque du profil en travers de la rivière.

Pendant les hautes eaux, cependant, un bateau ne peut être maintenu dans cette position, à cause de la vitesse du courant, et du danger de collision avec les bûches et pièces de bois que la rivière entraîne à la dérive.

Jaugeage où l'opérateur est placé dans un chariot suspendu.

Pour surmonter cet obstacle deux méthodes ont été essayées : l'une consiste à employer au jaugeage un chariot suspendu au-dessus du courant, tandis que dans l'autre, appelée « *cable and traveler method* », le jaugeage peut être effectué par un observateur ne quittant pas la rive du cours d'eau. Le chariot suspendu consiste en une solide caisse de trois pieds de large sur cinq de long, suspendue à des poulies courant sur un câble métallique. L'opérateur, assis dans le chariot, se transporte à son gré au-dessus de la rivière, et fait usage de son tachomètre comme s'il se trouvait dans un bateau.

Jaugeage effectué de la rive « cable and traveler method ».

Dans la méthode « cable and traveler », le tachomètre est fixé à un chariot qui roule sur un câble solidement attaché aux deux rives du cours d'eau. Un autre câble permet de faire avancer ou reculer ce chariot et de conduire le tachomètre d'une rive à l'autre. Afin de pouvoir ensuite l'amener en un point quelconque du profil en travers du cours d'eau, on peut l'abaisser ou l'élever à l'aide d'un double conducteur isolé pouvant, à la fois, produire ces déplacements et conduire à la roue le courant électrique de l'enregistreur. Le tachomètre est maintenu vertical et dans l'impossibilité d'être entraîné par le courant, parce que sa tige s'appuie constamment sur un autre câble fixe, placé au-dessus de celui sur lequel roule le chariot. On faisait autrefois usage à cet effet d'une pièce de fonte de 70 livres reposant sur le lit du cours d'eau.

En agissant de la rive sur ces divers câbles, on peut amener le tacho-

mètre en un point quelconque du profil en travers de la rivière, les révolutions de la roue étant reportées près de l'observateur par un « sounder » semblable à ceux employés dans la télégraphie électrique. On peut se rendre aisément compte de la position de l'appareil par le mouvement des cordes que l'on a eu soin de graduer, en faisant correspondre les divisions avec celles de la tige qui soutient le tachomètre. Outre les appareils décrits ci-dessus, il faut encore quelques instruments pour mesurer le niveau de l'eau ; le plus simple est une échelle graduée.

Mesure du niveau de l'eau.

1° Emploi d'une échelle graduée sur la rive.

Le plus souvent on fait usage d'une pièce de bois solidement fixée dans la berge, en lui donnant l'inclinaison de celle-ci ; mise en place, cette échelle est ensuite divisée, à l'aide d'un niveau, en parties égales, correspondant à une hauteur d'un pied ou d'un dixième de pied. Dans des situations spéciales, lorsqu'on dispose soit d'une rive à pic, soit de la pile d'un pont, on place l'échelle verticalement ; malheureusement, ces endroits sont rares.

En général, il est nécessaire d'établir une échelle inclinée, car une échelle verticale est plus aisément entraînée par le courant en temps de hautes eaux et la lecture en est difficile aux époques où l'eau couvre partiellement les rives, empêchant l'observateur d'approcher de l'échelle. Aussitôt que cette échelle est établie, l'observateur note une, deux, ou trois fois par jour, la hauteur de l'eau sur l'échelle, et ces observations continuent pendant toute l'année. Il est très important de choisir avec soin le moment où ces observations doivent être faites et de déterminer ainsi les variations diurnes du niveau du cours d'eau.

2° Détermination du moment de la journée où doit se faire la mesure de la hauteur.

Dans la plupart des rivières des régions arides, spécialement près des sources, cette variation se fait sentir d'une manière assez prononcée, et il est très nécessaire de déterminer le moment de la journée où se produisent le maximum et le minimum. Les alternatives de hautes et de basses eaux sont déterminées par les changements de température: la chaleur du jour fait fondre les neiges et le froid de la nuit les recongèle, amenant même, dans certains cas, la congélation d'une certaine quantité d'eau de la rivière.

Le moment auquel la variation de niveau est sensible, en un point aval quelconque du cours d'eau, dépend de la distance à laquelle ce point se trouve de la source de la rivière. Les plus hautes eaux de la journée, en un point, se produiront à minuit; plus bas, ce sera à la première heure de la matinée, et encore plus en aval ce sera l'après-midi. Un cours d'eau important, formé par la réunion de plusieurs affluents, ne montrera pas toujours ces variations diurnes, car les maxima et minima de niveau des affluents peuvent ne pas coïncider et tendre à se neutraliser les uns les autres.

Le nombre des lectures à l'échelle à faire pendant une journée est déterminé complétement par ces considérations. Quand le cours d'eau n'a pas, le jour, de fluctuations notables, une seule observation suffit pour cette période, si bien entendu, l'observateur tient compte de tout coup d'eau qui pourrait se produire. D'autre part, il est évident qu'une seule observation donnera lieu à erreurs, si elle se fait chaque jour au moment des plus hautes ou des plus basses eaux; dans ce cas, deux lectures sont nécessaires pour établir le niveau moyen des eaux.

3° *Appareils enregistreurs ou nilomètres.*

Pour plus d'exactitude on fait usage d'un appareil enregistreur appelé nilomètre; il comprend un cylindre mû par un mouvement d'horlogerie, construit de telle façon qu'une révolution complète soit faite en une semaine. Un crayon, en relation avec un flotteur, s'élève ou s'abaisse avec la rivière, trace sur un papier enroulé autour du cylindre un diagramme, qui donne les hauteurs des eaux à toute heure du jour et de la nuit. Un examen de ce graphique permet, non seulement de déterminer avec précision la hauteur moyenne du cours d'eau pendant le jour, mais encore le moment où se produisent les débits maxima et minima. Toutefois, ces instruments n'ont pas donné les résultats qu'on pouvait en attendre, si ce n'est dans les stations où des personnes soigneuses, au courant des mécanismes, étaient chargées de leur garde. Le *Geological Survey* a fait usage néanmoins de trois types de nilomètres : ils étaient à cylindre vertical, à cylindre horizontal, ou à simple disque vertical. Les fluctuations du cours d'eau sont enregistrées sur le cylindre à une échelle réduite par un réducteur de la course du flotteur. Ce dernier est ordinairement placé dans un puits de petite dimension près du bord du cours d'eau; ce puits communique, par sa partie inférieure, avec la rivière par une conduite de dimensions telles qu'elle ne puisse être obstruée. On dresse des tableaux du niveau des cours d'eau obtenus soit par les nilomètres, soit par des

mesures directes, et on y met en regard les débits correspondants calculés pour la station que l'on considère. Cette opération porte le nom de réglage d'un poste de jaugeages.

Réglage d'un poste de jaugeages.

C'est l'opération principale et la plus coûteuse d'un service hydrographique, car elle nécessite la mesure du débit du cours d'eau à différents niveaux, tant à l'époque des hautes que des basses eaux, et à des niveaux intermédiaires. Ces mesures sont faites par un ingénieur hydrographe ou ses assistants.

Il faut généralement plusieurs mois pour obtenir une série complète de mesures, car le niveau d'un cours d'eau ne peut être prévu, excepté dans ses fluctuations les plus générales. Les ingénieurs hydrographes et leurs aides ne peuvent rester campés sur les rives de la rivière en

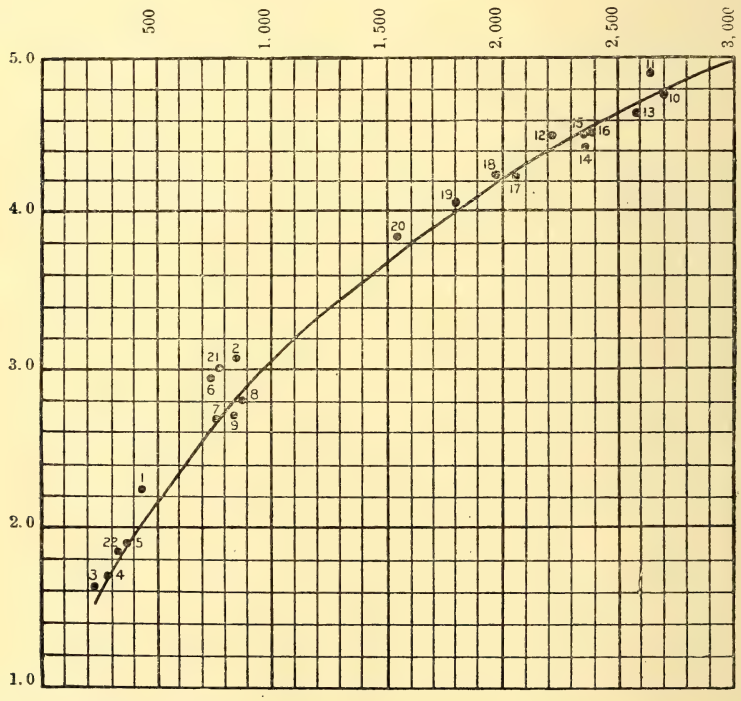


Fig. 3. — Diagramme des débits de la rivière Arkansas à Canyon City (Colorado). Les ordonnées représentent le niveau du cours d'eau en pieds; les abscisses le débit en pieds cubes par seconde. Les chiffres correspondent aux numéros des jaugeages effectués.

attendant les périodes d'étiage ou de crue; mais ils doivent tenter la chance de trouver, au moment où ils arrivent, la rivière au niveau auquel ils désirent faire un jaugeage. Les résultats des jaugeages sont consignés sur des feuilles de papier quadrillé, sur lesquelles on porte en ordonnées les hauteurs d'eau et en abscisses les débits correspondant à ces hauteurs. Ces points, réunis par un trait, forment une ligne courbe. Quand la courbe a été définitivement tracée, on construit la table servant à établir le régime de la station (fig. 3). C'est un tableau donnant le débit en pieds cubes par seconde (seconde foot) (1), pour chaque dixième de pied de hauteur lu sur l'échelle du poste de jaugeage. A l'aide de cette table on peut, connaissant le niveau du cours d'eau, déterminer immédiatement le débit correspondant.

On peut soulever la question de savoir pour combien de temps cette courbe de débits conviendra et si ses valeurs ne sont pas sujettes à donner des erreurs. Chaque rivière modifie constamment son lit, soit qu'elle le creuse, soit qu'elle y fasse des dépôts ; ces changements dépendent de la vitesse de l'eau, qui varie constamment.

La station doit, en tous cas, être choisie de façon à ce que l'action de l'eau sur le lit soit réduite à un minimum ; mais ordinairement il se produit dans une rivière des changements appréciables pendant et après les crues, ou après les périodes prolongées de basses eaux. La courbe servant à régler une station est basée sur des mesures faites pendant un temps aussi long que possible et pour tous niveaux de la rivière.

Précipitations atmosphériques.

Au début des opérations du service hydrographique, la nécessité de posséder des mesures de la quantité de pluie fut reconnue et on examina les méthodes employées par le « Signal-Service », qui avait ces observations météorologiques dans son département. Il était nécessaire d'étendre ces observations à des points où des mesures étaient indispensables pour le service hydrographique : c'est pourquoi on fit la tentative de suppléer à l'insuffisance des renseignements fournis par ce service, en établissant des observateurs volontaires, formés en général d'après le principe déjà mis en pratique par le chef du « Signal Service ». Des pluviomètres furent mis entre les mains des observateurs, partout où l'on put en rencontrer sur les bords des bassins où les études hydrographiques devaient être commencées.

(1) On peut définir cette unité en disant que c'est le volume d'eau passant avec une vitesse d'un pied par seconde dans un cours d'eau d'un pied de large et d'un pied de profondeur; elle correspond à 28 litres 315 par seconde

La principale difficulté est de s'assurer des observations aux points où les renseignements pluviométriques ont le plus d'importance. Comme on le sait, la plus grande partie de la population habite les vallées, où des observations sont aisées à obtenir; mais c'est dans les hautes montagnes que se produisent les plus fortes précipitations atmosphériques, et c'est là que des postes pluviométriques devraient être installés. Il est, malheureusement, le plus souvent impossible d'engager des observateurs volontaires pour ces régions et de les contraindre à résider dans les montagnes, à seule fin d'y tenir note des précipitations atmosphériques. Il en résulte donc que toutes les données relatives à la pluie et à la neige concernent plutôt le fond des vallées, où les précipitations atmosphériques sont moindres et que les calculs basés sur ces résultats sont, en général, en dessous de la vérité.

Rapport entre la quantité d'eau tombée et le débit des cours d'eau.

Le rapport qui existe entre la quantité d'eau tombée et le débit des cours d'eau a fait l'objet, de la part du service hydrologique, d'un examen attentif. Le rapport existant entre la quantité de pluie tombée, évaluée d'après des observations faites dans un bassin, et la quantité d'eau que débite la rivière à la suite de la chute de cette pluie, n'est, en aucune façon, une simple proportion; en d'autres termes, si la pluie tombée atteint une hauteur d'un pouce pendant une journée, et de deux pouces pendant une autre journée, il n'en résultera pas que la rivière, à la suite de cette seconde pluie, débitera le double de la quantité d'eau qui y coulait après la première; cette quantité peut être plus grande ou moindre.

La manière dont la pluie tombe détermine le débit des cours d'eau. Durant un orage ou une averse violente, la pluie peut ne pas avoir le temps d'imbiber le sol; elle ruiselle le long des pentes et se réunit sous la forme des torrents importants. Une forte pluie, donnant la même quantité d'eau en un ou deux jours, saturerait lentement le sol desséché et aurait, si elle en a toutefois, un effet peu considérable sur les crues de la rivière.

L'étendue des inondations, surtout dans de vastes terrains, dépend de tant de facteurs — tels que la nature de la végétation, la composition géologique du sol, la topographie, les vents et la température — que la loi de dépendance immédiate entre ces faits et la quantité de pluie tombée est encore obscure. Cependant, au point de vue de

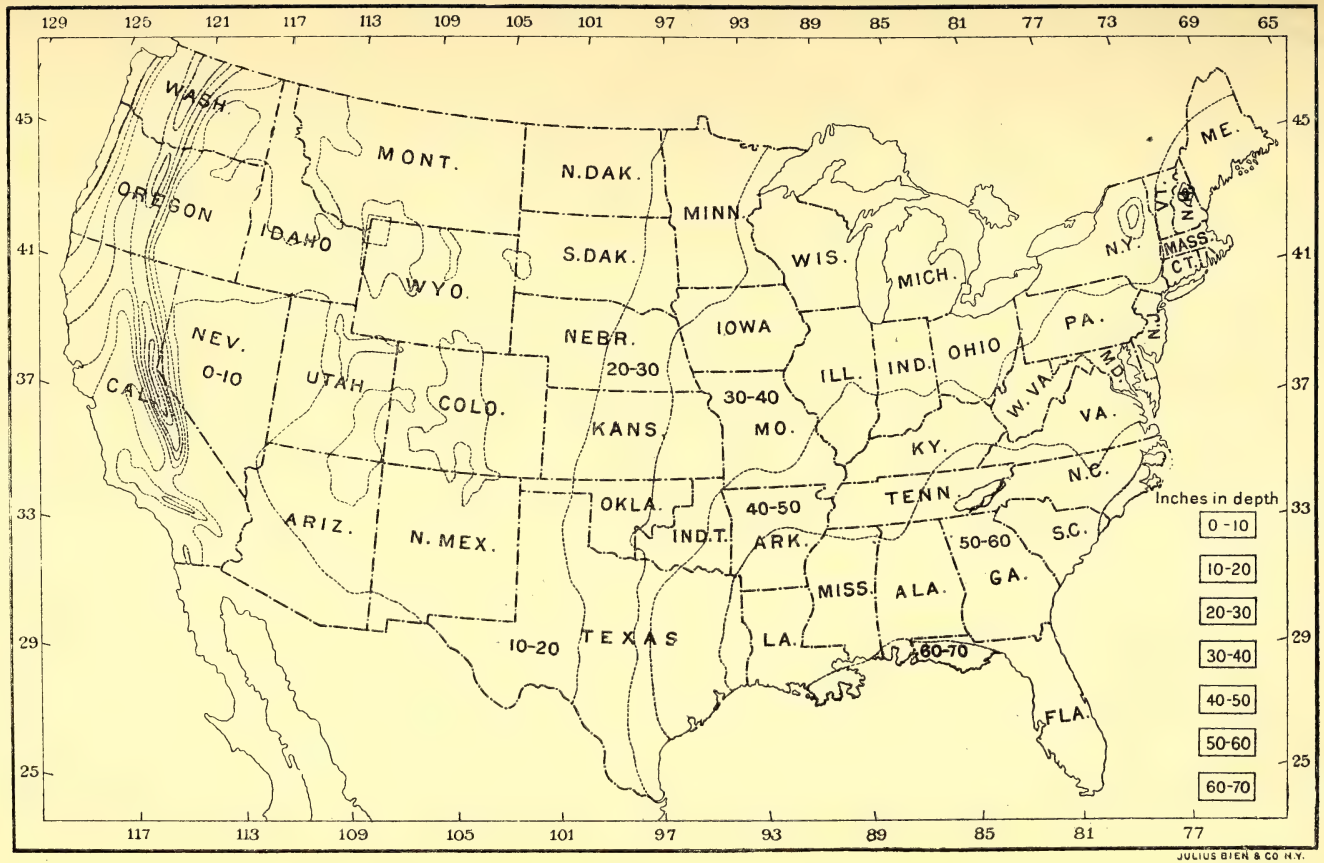


Fig. 4. — La moyenne annuelle du Run-off aux États-Unis.

l'agriculture, de la navigation et de la sécurité du territoire, il est essentiel que cette question soit étudiée avec soin.

Les tentatives faites pour établir une relation entre la quantité d'eau tombant sur un bassin et le débit d'un cours d'eau, ne peuvent donner des résultats que pour des bassins de peu d'importance, où l'on a un nombre de postes pluviométriques suffisants, bien distribués sur le terrain. C'est un résultat auquel il est bien difficile d'arriver dans la région aride, où la plus grande partie de l'approvisionnement d'eau provient des hautes montagnes, presque toutes inhabitables.

On ne peut songer à établir une relation un peu sérieuse entre le débit d'une rivière et la pluie qui tombe sur le bassin, avant que l'on ait réalisé cette condition, de réalisation apparemment impossible, c'est-à-dire l'établissement de nombreuses stations pluviométriques dans les hautes montagnes.

Afin de pouvoir se rendre compte aisément de ce rapport qui existe entre le débit d'un cours d'eau et la pluie tombée sur le bassin, on a mis ce débit sous une forme spéciale à laquelle on a donné le nom de *run-off*. Cette quantité est simplement le volume d'eau qui provient d'une certaine étendue de terrain. On l'exprime de deux manières : soit par l'épaisseur en pouces de la tranche d'eau qui, couvrant toute la contrée, aurait le même volume que l'eau débitée par les cours d'eau, soit par la quantité d'eau fournie par chaque mille carré de la région. Ainsi, quand on dit que le *run-off* pendant un mois est, pour un bassin, de deux pouces, cela revient à dire que l'eau débitée par cette surface, équivaut à un volume couvrant la région d'une épaisseur de deux pouces d'eau (soit 5 centimètres ou 50 m^3 par hectare et par mois). On peut aisément, à la manière dont on trace les cartes pluviométriques, faire des cartes représentant l'épaisseur du *run-off*. Malgré le peu de renseignements que l'on possède jusqu'à présent, une pareille carte du *run-off* a été établie (Rapport de 1892-1893). On y a représenté graphiquement les épaisseurs du *run-off* annuel pour les différentes régions des États-Unis à l'aide de teintes semblables, couvrant les parties où le *run-off* avait à peu près la même valeur. Un coup d'œil sur cette carte montre la grande différence qui existe entre la moitié Ouest et la moitié Est de ces états. En partant d'une ligne suivant le 97e méridien, on remarque que toute la région à l'Est est caractérisée par un *run-off* variant de 10 à 20 pouces (250 à 500 m/m) et même davantage, tandis que dans les contrées de l'Ouest, la moyenne est en dessous de 5 pouces et les courbes représentatives montrent de grandes complications dans la partie voisine de la côte du Pacifique.

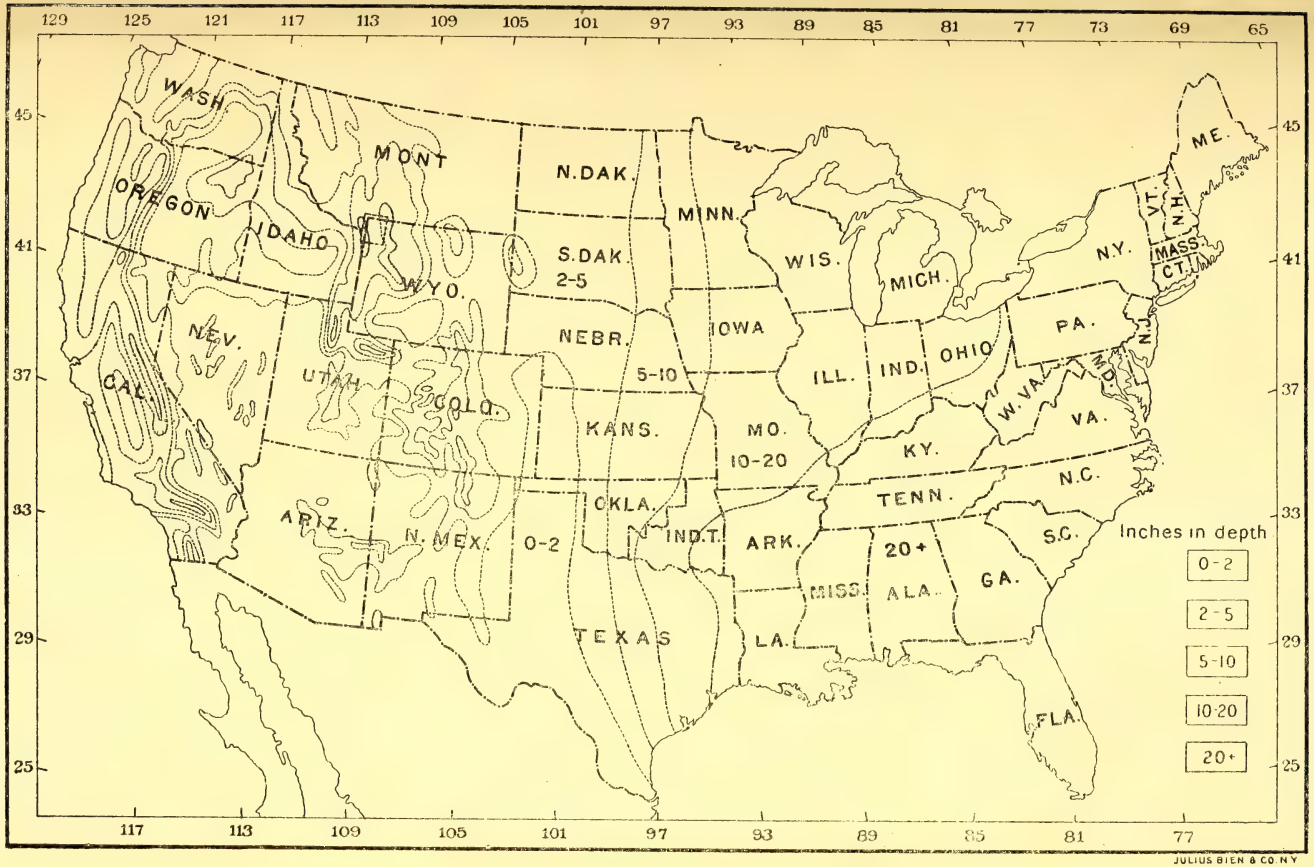


FIG. 5. — Carte pluviométrique des États-Unis.

En examinant cette carte de plus près, on remarque que la côte de l'Atlantique, jusqu'à la vallée de l'Ohio et au delà du bassin inférieur du Mississipi est caractérisée par un *run-off* qui dépasse vingt pouces (soit $13^{m3}.88$ par hectare-jour). Dans la région des lacs et du Mississipi supérieur, le *run-off* est moindre et varie de dix à quinze pouces, En s'avançant vers l'Ouest, le *run-off* diminue très rapidement et arrive à moins de cinq pouces et même à moins de deux pouces ($1^{m3}.388$ par hectare-jour) dans les grandes plaines. Dans les Montagnes Rocheuses cependant, le *run-off* peut atteindre de grandes valeurs. Au delà de ces montagnes, le *run-off* diminue encore de manière à être réduit à zéro dans certains grands bassins intérieurs, qui sont cependant entourés de régions où le *run-off* est important. Le long des Cordillères et de l'Océan Pacifique, le *run off* atteint des valeurs voisines de celles que nous avons vues sur les côtes de l'Atlantique.

La carte pluviométrique publiée par M. Gannet, du Bureau Météorologique, permet d'établir la comparaison entre la pluie et le *run-off*; mais cette dernière carte, construite d'après des renseignements plus nombreux, est établie avec plus de précision que la précédente. Ces deux cartes ne coïncident pas dans l'allure générale des teintes des diverses régions. Cela résulte du fait, qui a été souvent établi, que le *run-off* ne dépend pas immédiatement de la quantité d'eau qui tombe sur une région. On peut dire, en effet, que cette première quantité est une fonction des précipitations atmosphériques, et de la topographie de la région, et qu'elle dépend, dans une certaine mesure, du climat, de la structure du sol et du sous-sol, de la végétation. Aussi les cartes représentatives de ces deux quantités ne peuvent-elles coïncider, particulièrement quand une région présente de grandes variations topographiques. On peut cependant, malgré les données approximatives sur lesquelles on se base, déterminer avec quelque exactitude, l'épaisseur du *run-off* correspondant à une épaisseur de précipitations atmosphériques tombant sur une région; en d'autres termes, faire usage de la carte du *run-off* pour montrer la partie de la pluie qui s'écoule par les rivières. Par exemple, là où le *run-off* variera de zéro à deux pouces, on saura que 10 % seulement de la pluie sont débités par les cours d'eau; si ce *run-off* varie de deux à cinq pouces, ce rapport sera de 10 à 25 %; il atteint 40 à 50 % quand le *run-off* est de cinq à dix pouces et dépasse 50 % des précipitations atmosphériques quand le *run-off* dépasse cette valeur.

Un diagramme (fig. 6) permet de représenter la partie de précipitations qui apparaît comme *run-off* dans les rivières, en tenant compte du caractère topographique des contrées. Dans cette figure, les épais-

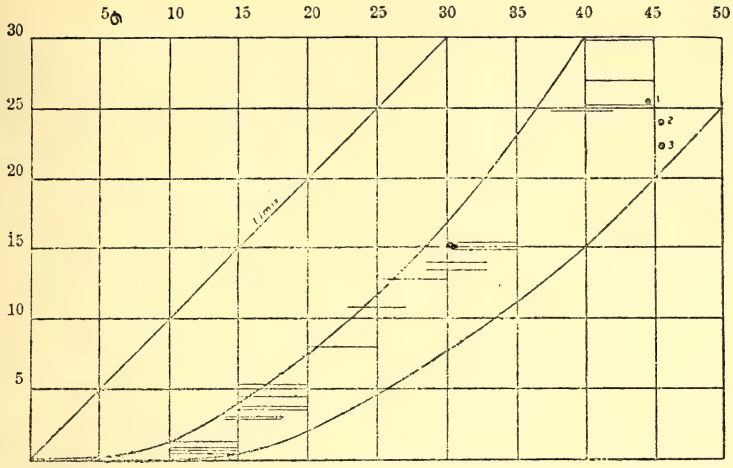


Fig. 6. — Diagramme indiquant la partie des précipitations atmosphériques débitées par les rivières.

seurs de pluies sont portées en abscisses et le *run-off* en ordonnées. Deux courbes ont été dessinées, la supérieure s'appliquant aux régions montagneuses, l'inférieure aux parties de plaines. La courbe supérieure montre que quand la moyenne des pluies s'approche de quarante pouces, le *run-off* est de trente pouces; il n'est que de douze pouces pour des pluies de vingt-cinq pouces et n'atteint que cinq pouces dans le cas où il tombe sur le pays quinze pouces d'eau par an. La courbe inférieure indique que, dans les régions de plaines on peut compter sur vingt-cinq pouces d'épaisseur de *run-off*, quand il tombe cinquante pouces de pluie, huit pouces seulement quand il tombe trente pouces et trois seulement pour des précipitations ne dépassant pas vingt pouces. Ces courbes ne peuvent être considérées comme une représentation exacte des faits ; mais elles fournissent des indications générales sur les relations qui existent entre le *run-off* et les précipitations atmosphériques. Quant aux points déterminés avec exactitude, ils se trouvent soit au-dessus, soit en dessous des courbes. Il existe un cas spécial où la règle générale est en défaut. Quand les précipitations sont peu abondantes (douze pouces, par exemple), la pluie ne tombe d'ordinaire qu'à de longs intervalles et avec une grande violence; elle n'a pas le temps de pénétrer dans le sol et le *run-off* devient, dans ce cas, très important.

Mesure de l'évaporation.

Le service hydrologique porta aussi son attention sur la mesure des quantités d'eau perdues par évaporation. Bien qu'il soit désirable de connaître les pertes par évaporation dans les diverses espèces de terrains, par les sols dénudés ou couverts de végétation de tout genre, il n'a pas paru possible d'entreprendre un tel travail à cause des difficultés pratiques qu'il présentait et des incertitudes qui entouraient ces recherches. L'évaporation par les surfaces d'eau peut, cependant, se mesurer avec un degré suffisant de certitude.

Dans les tentatives faites pour se procurer quelques données sur l'évaporation dans les régions arides des États-Unis, il a paru préférable de ne pas entreprendre des observations trop minutieuses et on a fait, dans les localités où on le trouvait nécessaire, des mesures capables de donner une idée aussi approximative que possible, de la quantité d'eau que les surfaces de canaux et de lacs perdent par évaporation.

La quantité d'eau évaporée par la surface des eaux varie avee la température de celle-ci, la vitesse du vent, et le degré hygrométrique de l'air. Il s'ensuit que la perte par évaporation à la surface des rivières, lacs, canaux et réservoirs, éprouve de grandes variations en différentes localités et pour un même endroit aux différentes saisons.

La méthode adoptée pour mesurer les pertes par évaporation consiste à employer un bac disposé de telle façon que l'eau y contenue soit autant que possible à la même température et exposée aux mêmes influences que le canal ou le lac qu'il est censé représenter. Le bac employé par le service hydrologique (fig. 7) est construit en fer galvanisé ; il a trois pieds de côté et dix pouces de profondeur ; on l'immerge dans l'eau et on l'empêche de s'y enfoncer au moyen de flotteurs en bois ; il flotte autant que possible au gré du vent qui se produit sur la nappe d'eau dont on veut déterminer l'évaporation. On a surtout soin de placer l'appareil dans une position telle que des arbres ou des habitations ne le mettent pas à l'ombre et ne le protègent pas contre l'action des vents. L'échelle employée pour mesurer l'évaporation est en bronze et est suspendue au milieu du bassin. Les graduations sont gravées sur une série de barres inclinées, proportionnées de telle façon qu'une élévation ou un abaissement de niveau d'un dixième de pouce conduit la surface de l'eau à s'élever ou à s'abaisser de trois dixièmes de pouce sur une des barres inclinées. Les divisions sont placées à 0.15 de pouce les unes des autres ; elles équivalent donc à 0.05 de pouce pour une élévation ou un abaissement d'une division et on peut ainsi

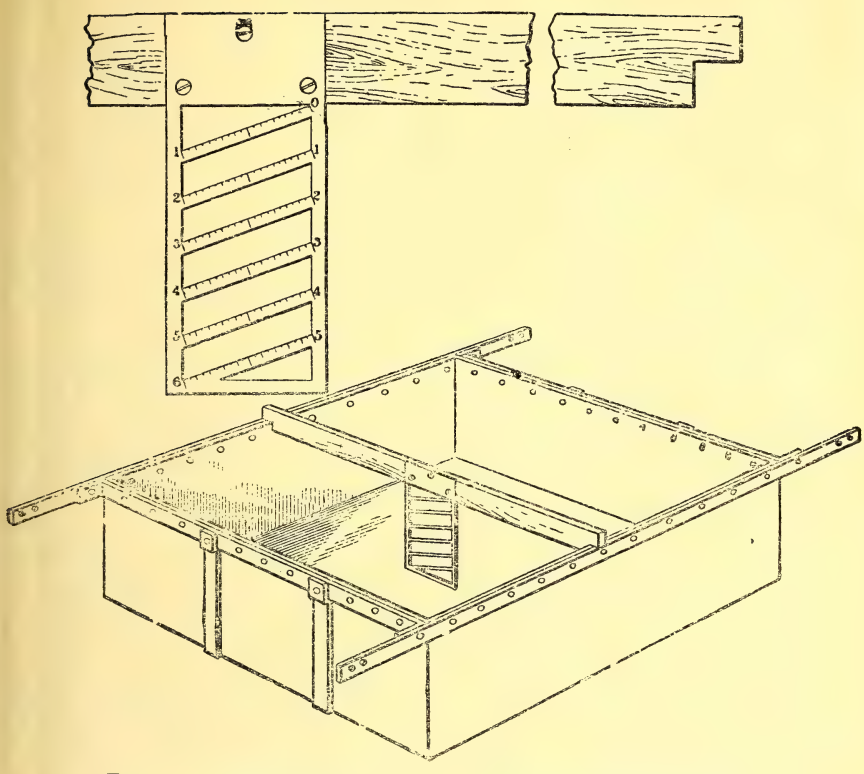


Fig. 7. — Appareil de mesure de l'évaporation à la surface des eaux.

faire les lectures à 0.01 de pouce près. Des résultats intéressants ont été obtenus par une série continue d'observations faites en une dixaine de stations.

Une série continue d'observations faites pendant plusieurs années à Fort Douglass (Utah) et le Fort Bliss (Texas) a donné les résultats suivants :

	Fort Douglass.	Fort Bilss.
Janvier . . .	25mm.399	72mm.387
Février . . .	38. 098	81. 784
Mars . . .	53. 337	142. 742
Avril . . .	74. 165	200. 144
Mai	109. 977	268. 467
Juin	132. 074	299. 708
Juillet . . .	183. 634	268. 467

Août . . .	195mm.572	261mm.609
Septembre . .	131. 566	233. 670
Octobre . . .	73. 657	172. 713
Novembre . .	33. 018	105. 405
Décembre. . .	27. 938	74. 927
Evaporation totale .	1078mm.435	2182mm. 02

Il résulte du dernier rapport du *Geological Survey* (1892-93) que des jaugeages continus ont été effectués depuis la fin de 1889 jusqu'en 1893, sur une vingtaine de rivières dont les bassins couvrent 250.000 kilomètres carrés.

Les divers rapports du *Geological Survey* donnent, au sujet de leur débit, de nombreux tableaux et des diagrammes fort intéressants ; ils établissent, notamment pour le Potomac, le Connecticut et la Savannah, rivières où les jaugeages ont été effectués depuis de nombreuses années, le rapport entre le débit des cours d'eau et le volume des précipitations atmosphériques tombées sur leur bassin.

De ces calculs il résulte que le débit moyen des cours d'eau des régions arides dépasse rarement un pied cube par seconde et par mille carré de superficie de bassin ; tandis que ce chiffre s'élève de 1,5 à 2 pieds dans les états de l'Est des États-Unis.

Les diagrammes des débits des cours d'eau américains permettent d'étudier très aisément le régime des rivières de ces contrées, étude pour laquelle les rapports du *Geological Survey* résumés ici fournissent des documents très sérieux et très complets.

Le but que nous avons poursuivi en rédigeant cette note a été de signaler de quelle façon on organisait, dans le nouveau monde, le service si important des études hydrologiques des cours d'eau et de permettre aux spécialistes de rechercher, dans les volumineux rapports du service américain, des renseignements pouvant leur rendre de grands services pour les travaux similaires à entreprendre en Europe.

COUP D'ŒIL

SUR LE

CALCAIRE GROSSIER DU NORD DU BASSIN DE PARIS

Sa comparaison avec les terrains de Cassel et de la Belgique

PAR

J. Gosselet (1).

Si l'on veut comparer les terrains tertiaires de la Flandre à ceux du bassin de Paris, il est naturel de prendre les termes de comparaison de ce dernier bassin dans sa partie septentrionale autour de Laon, Saint-Gobain et Noyon. Dans une communication précédente, j'ai entretenu la Société des observations que j'avais faites aux environs de Noyon et de Saint-Gobain. Je viens d'aller étudier les environs de Laon et c'est le résultat de ces quelques jours d'excursion que je résume aujourd'hui.

Rappelons d'abord en quelques mots la coupe des sables du Mont des Récollets à Cassel, en y joignant les dénominations admises par M. Rutot, pour la comparaison avec la Belgique.

MONT DES RÉCOLLETS		BELGIQUE
Sable à *Pinna margaritacea*	16m.00	**Paniselien.**
Marnes à Turritelles	3. 00	
Sables à *Rostellaria ampla*	8. 00	**Bruxellien.**
Calcaire sableux à *Nummulites lævigata* . . .	1. 10	
Sable à *Ditrupa strangulata*	1. 00	**Laekenien.**

(1) Étude publiée dans les *Annales de la Société géologique du Nord* (tome 23, p. 160).

L'intérêt que présente pour la géologie belge cette communication nous a engagé à la soumettre aux membres de la Société belge de géologie sous forme d'une reproduction intégrale, justifiée par les nécessités des discussions que cette étude pourrait éventuellement provoquer en ce qui concerne certaines des assimilations proposées.

Sable calcaire à *Cerithum giganteum*	0m.25	Ledien.
Sable à *Nummulites variolaria*	7. 00	
		Wemmelien?
Sable glauconieux à *N. Wemmellensis*?	0. 50	Asschien.
Argile sableuse à *Pecten corneus*	5. 00	
Sable argileux et argile de la Gendarmerie . . .	11. 00	

I. — Calcaire grossier dans le Nord du bassin de Paris.

Substratum du Calcaire grossier. — Le calcaire grossier repose sur les sables de Cuise à *N. planulata*; mais entre les deux étages, parfaitement déterminés par leurs fossiles, on trouve dans le Nord du bassin quelques couches intermédiaires, sur lesquelles il importe de fixer l'attention.

A Laon, les sables de Cuise sont couronnés par une couche argileuse, épaisse de plusieurs mètres, qui forme un niveau de sources tout autour de la ville et qui maintient l'eau dans les puits.

On retrouve cette argile dans les collines de Mons-en-Laonois et aux environs de Saint-Gobain. Son épaisseur diminue vers le Sud. A Aubigny, au S.-E. de Laon, on voit sur la route nationale la coupe suivante, de bas en haut :

Sable jaune fin, rempli de *Nummulites planulata*	
Sable fin gris glauconifère, sans fossiles	3m.00
Argile verte plastique	0. 60
Sable grossier glauconifère, base du calcaire grossier.	

Les mêmes couches ont été tranchées par la construction d'un rendez-vous de chasse dans le bois de Fusigny à Festieux.

L'argile manque plus au Sud aux environs de Craonne et de Beaurieux. Le calcaire grossier y repose sur une couche épaisse d'une dizaine de mètres de sable gris à grains moyens sans fossiles. Tantôt, comme à Craonne, le sable est pur et à stratification légèrement entrecroisée ressemblant au sable landenien, tantôt comme à la ferme de Cuissy près de Beaurieux, le sable est finement entremêlé d'argile feuilletée et il contient à sa partie supérieure quelques lits d'argile ligniteuse.

Il y a donc dans le Nord du Bassin de Paris, entre le sable de Cuise et le calcaire grossier, une couche d'argile dont l'épaisseur augmente à mesure que l'on gagne vers le Nord et qui peut être assimilée pour sa position au **Paniselien** belge. Cette couche serait remplacée aux environs de Craonne par des sables dont l'épaisseur croît à mesure que celle de l'argile diminue.

Base du Calcaire grossier. — On peut désigner ainsi tout ce qui est au-dessus de la *Pierre-à-Liards* (Calcaire à *N. lævigata*). Ces

couches sont actuellement peu visibles à Laon même. Avant la construction de la nouvelle citadelle, il y avait sur son emplacement des carrières où l'on exploitait du sable glauconifère à très gros grains de quartz avec *Eupsammia* et nombreuses dents de squales.

A Aubigny, on voit la coupe suivante, de bas en haut :

1° Sable grossier glauconifère	1m.00
2° Calcaire grossier très dur avec gros grains de quartz et *N. lævigata* .	0. 80
3° Calcaire grossier meuble à très gros grains de quartz *N. lævigata*, *Pygorhynchus grignonensis*	0. 30
4° Gros sable avec *N. lævigata*	0. 01
5° Calcaire plus ou moins meuble ; quelques *N. lævigata* disséminées. *Pygorhynchus ;* il se charge peu à peu dans le bas de gros grains de quartz	1. 50
6° Calcaire à *N. lævigata* (Pierre-à-Liards) ; banc solide	0. 30
7° Calcaire meuble à *L. lævigata*	1. 00

Près de Ribécourt, l'assise est plus sableuse ; on y voit successivement, au-dessus de l'argile verte paniselienne :

Sable blanc avec *Lunulites*, *Eupsammia*, éponges	2m.00
Banc dur arénacé	0. 20
Sable blanc, comme le précédent	1. 00
Calcaire blanc sableux avec grains de glauconie.	2. 00
Sable jaune	2. 00
Calcaire à *N. lævigata*	2. 00

Toutes ces couches inférieures à la Pierre-à-Liards, occupent la place des couches à *Rostellaria ampla* de Cassel et du **Bruxellien** des Belges.

Calcaire à Nummulites lævigata. — La Pierre-à-Liards, véritable lumachelle de *Nummulites lævigata*, tantôt solide, tantôt meuble, est dans tout le Nord du Bassin de Paris l'assise la plus remarquable du Calcaire grossier. Son épaisseur varie de 1m.50 à 4m.

Son identification à la couche *N. lævigata* de Cassel est d'autant plus facile que l'on peut suivre les débris de l'assise entre Laon et les environs de Cambrai à l'état de débris de grès silicifié (1).

A Bruxelles les *N. lævigata* sont à l'état remanié à la surface du **Bruxellien**.

Calcaire à Ditrupa strangulata. — Ce calcaire a une constance remarquable dans tout le Nord du Bassin de Paris. Son épaisseur est presque toujours de 2 à 3 mètres. Plus ou moins tendre, quelquefois dolomitisé, on l'exploite en quelques points comme pierre de taille. Il

(1) Gosselet : *De l'extension des couches à N. lævigata dans le Nord de la France;* Bull. Soc. géol. de Fr., 3e série, II, p. 51, 1873.

est caractérisé par l'extrême abondance des *Ditrupa strangulata*. C'est le niveau de l'*Echinolampas similis*. A Saint-Gobain, j'ai recueilli dans une seule carrière, onze exemplaires de cet oursin. On y trouve encore quelques *N. lævigata* peut-être remaniés et une Nummulite de plus petite taille que je rapporte à *N. scabra*.

A Cassel, la couche à *Ditrupa* est le niveau fossilifère le plus riche, le gîte des dents de poissons. On y trouve du gravier, quelques galets et des silex de la craie fortement perforés. Ces faits sont en relation avec la surface ravinée du calcaire sableux à *Nummulites lævigata* sous-jacent. La couche à *Ditrupa* constitue le **Laekenien** des Belges.

Calcaire à Cerithium giganteum. — Le calcaire à Verins *(Cerithium giganteum)* constitue aussi une couche très constante dans le Nord du Bassin de Paris, immédiatement au-dessus des couches à *Ditrupa*. C'est généralement un banc solide contenant de nombreux moules de fossiles, dont les grands Cérithes sont les plus apparents; la *Lucina maxima* y est aussi très fréquente. Vers le S.-E. de Laon, les Cérithes sont rares; la zone se présente sous la forme d'un calcaire coquiller, où abondent les Huîtres. Dans quelques points, particulièrement dans le Noyonnais, le calcaire à *Cerithium giganteum* est partiellement transformé en dolomie.

Le calcaire à *Cerithium giganteum* est représenté à Cassel par un banc calcaréo-sableux, où le *Cerithium giganteum* se trouve en très grande quantité. On a prétendu que le grand Cérithe de Cassel n'est pas le *Cerithium giganteum* du Bassin de Paris, mais, jusqu'à présent, ce n'est qu'une affirmation sans preuve. Personne, que je sache, n'a dit en quoi consistait la différence. Quand on constate que le grand Cérithe de Cassel succède au *Ditrupa* absolument comme le *Cerithium giganteum* du Bassin de Paris, il est bien difficile de ne pas voir dans cette concordance une preuve de contemporanéité. Le banc à *Cerithium giganteum* de Cassel est rapporté au **Ledien** des Géologues belges.

Calcaire à Miliolites et Orbitolites. — Le Calcaire à *Cerithium giganteum* n'est que la base d'une masse considérable de calcaire à grains fins, caractérisé par l'abondance des *Miliolites* et des *Orbitolites*. Ce calcaire, beaucoup moins épais dans le Nord que dans le centre du Bassin de Paris, y est plus largement exploité. Dans les environs de Noyon, le *Cerithium giganteum* s'élève à une certaine hauteur dans le calcaire à *Miliolites*.

A Cassel le banc à *Cerithium giganteum* constitue aussi la base des sables calcarifères du **Ledien**. Cette assise occupe donc la place du calcaire à *Miliolites* du Bassin de Paris. Cependant on l'a généralement considérée comme contemporaine des sables de Beauchamps

parce qu'elle est remplie de *Nummulites variolaria*. Il est possible, comme l'a fait remarquer un éminent paléontologiste à la Réunion de la Société géologique de France à Paris, en 1889, que la *N. variolaria* soit venue dans le Bassin de la Flandre avant d'arriver dans le Bassin de Paris. D'autres espèces ont pu de même stationner dans le Nord avant de se rendre plus loin au Sud.

Calcaire à Cérithes. — On désigne souvent sous ce nom, ou sous celui de calcaire grossier supérieur, les bancs supérieurs au calcaire à *Orbitolites*, caractérisés par l'abondance des Cérithes.

La limite supérieure du calcaire à Cérithes et du calcaire à Miliolites n'est pas facile à déterminer, puisque les Miliolites se trouvent souvent en grande quantité dans le calcaire à Cérithes. Dans le Laonnais la présence du *Terebellum convolutum* et du *Cardium aviculare* peut servir à déterminer la limite supérieure du calcaire à Miliolites.

La composition du Calcaire grossier supérieur dans le Laonnais et dans le Noyonnais est très variable. On peut lui rapporter les pierres exploitées près de Montchalons et de Velud. La coupe de ces carrières montre de bas en haut :

1°	Calcaire dur exploité pour les chemins : *Lucina saxorum* La partie supérieure est remplie de Cérithes denticulés	$0^m.60$
2°	Calcaire tendre divisé en deux par une couche d'argile de 0^m08 . .	0. 60
3°	Calcaire exploité comme pierre de taille, contenant quelques Cérithes (*Cerithium denticulatum*, etc.).	
4°	Banc argileux verdâtre	0. 10
5°	Banc gris argileux tendre	0. 40
6°	Calcaire et marne blanche sans fossiles	1. 50
7°	Marne blanche fossilifère : *C. denticulatum*.	0. 50
8°	Marne verdâtre	0. 05
9°	Marne blanche	0. 30
10°	Argile verte plastique.	

L'argile verte et peut-être les couches inférieures doivent être rapportées à l'assise suivante.

Non loin de là, au moulin de Montchalons, il y a deux couches fossilifères, toutes deux riches en *Cerithium denticulatum*, *Natica parisiensis*, *Lucina saxorum*, tandis que l'inférieure renferme un plus grand nombre d'espèces. Voila la coupe :

Marne tendre fossilifère inférieure (*Murex crispus*)	$0^m.40$
Banc de Lucines (*Lucina saxorum*)	0. 02
Calcaire marneux blanc	0. 40
Marne fossilifère supérieure (*Cerithium tiara*, *Murex calcitrapoides*) .	1. 00
Argile plastique verte.	

L'élément argileux diminue vers le Sud, en même temps que l'assise se complète dans le haut. Sur le plateau au Nord de l'Aisne, elle est couronnée par un calcaire plus ou moins siliceux avec *Cerithium lapidum*. A Laffaux, près de Neuville-sur-Margival, ces bancs supérieurs à *Cerithium lapidum* contiennent des fossiles d'eau douce et particulièrement des Lymnées. A Paissy et surtout à Gény, près de Craonne, ils sont à l'état de calcaire plus ou moins siliceux, exploité pour les chemins. Il y a deux bancs bien distincts ; le supérieur contient des Potamides et des Cyrènes, tandis que l'inférieur ne renferme que des fossiles d'eau douce : Planorbes et Lymnées.

Le calcaire à Cérithes est bien développé au Sud de Saint-Gobain, vers Prémontré. Il l'est beaucoup moins du côté de Noyon et de Ribécourt.

Ce calcaire, avec ses nombreux Cérithes, son mélange de fossiles d'eau saumâtre et d'eau douce, n'a pas d'analogue à Cassel et en Belgique. Il se peut qu'il soit contemporain du **Wemmelien** ; c'est une question qui sera examinée plus loin.

Argile verte de Saint-Gobain. — Il existe dans le Nord du Bassin de Paris, à la partie supérieure du calcaire grossier, une assise d'argile qui peut atteindre jusqu'à 10 mètres d'épaisseur. Comme on ne l'exploite nulle part, elle est difficile à observer, mais on peut s'assurer de sa présence par la nature argileuse du sol et par la présence de sources. On la rencontre dans les fondations des maisons et dans les puits.

Elle est très développée sous la haute forêt de Coucy (forêt de Saint-Gobain) ; elle forme de légères buttes à la surface des plateaux de calcaire grossier à l'Est et au S.-E. de Laon, du côté de Craonne et de Saint-Erme. Elle disparaît, ou du moins, elle est très réduite, dans le plateau entre la Lette et l'Aisne. Elle constitue le sol humide d'une grande partie de la colline boisée entre Noyon et Chauny ; on la voit surtout bien développée au tertre de la ferme d'Attiche, au Nord de Ribécourt.

Comme on n'y a jamais rencontré de fossiles, il est difficile de pouvoir l'assimiler à une assise du Bassin de Paris. D'Archiac, qui l'a vue en quelques points, la rapporte aux marnes dites Caillasses. Sur la feuille géologique de Laon, elle est presque partout coloriée comme sable de Beauchamp (**e**[1]). Ces deux opinions peuvent se soutenir. Les caillasses, avec leurs caractères parisiens de calcaires fragiles ou siliceux et de marnes pauvres en fossiles, n'existent pas au Nord du Bassin. On remarque aussi que le calcaire à Cérithes diminue à mesure que l'argile augmente en épaisseur. Il est donc logique de considérer

l'argile de Saint-Gobain comme un représentant local de la partie supérieure du calcaire grossier et en particulier des caillasses des environs de Paris. D'un autre côté, les géologues parisiens sont peu disposés actuellement à faire des caillasses une assise spéciale, parce que ses fossiles, bien que rares, sont ceux du calcaire à Cérithes. J'ai pu voir en deux points du Nord du Bassin, à la ferme d'Attiche près de Noyon, et au N.-O. d'Oulches près de Craonne, que l'argile de Saint-Gobain est séparée du calcaire grossier par une couche de sable quartzeux très pur et à grains assez gros.

Je laisse donc irrésolue la question de concordance de l'argile de Saint-Gobain avec le centre du Bassin de Paris.

La comparaison avec la Flandre n'est pas plus facile. Au premier abord, on pense aux couches argileuses du sommet de Cassel et à l'argile de la Gendarmerie. Si le caractère minéralogique est bien insuffisant pour pouvoir établir la contemporanéité des deux couches, on trouve cependant qu'elles ont une position stratigraphique presque semblable.

Sable, grès et galets. — Les plateaux des environs de Laon sont couverts de galets, que tous les géologues ont rapporté aux sables de Beauchamp. On les retrouve aussi dans la forêt de Saint-Gobain et dans les environs de Chauny et de Noyon. De ce côté les galets sont souvent enveloppés dans du grès et transformés en poudingue.

On voit en outre sur les plateaux de gros blocs de grès dont la surface a été brunie et durcie par les actions atmosphériques. Galets et blocs de grès ne se trouvent pas seulement sur le plateau ; ils existent aussi sur les pentes, où ils sont descendus à mesure que les couches meubles qui les supportent ont été enlevées par le ruissellement.

Le sable est plus rare ; cependant il existe au sommet de quelques tertres et sur quelques plateaux. Il couvre une surface assez étendue dans la haute forêt de Coucy. Au pied même du moulin de Montchalons, on a exploité du sable qui contient de nombreux galets. On constate facilement que ce sable est supérieur à l'argile verte visible sur la pente Nord du tertre.

Comparaison du terrain éocène de la Flandre avec celui du Nord du Bassin de Paris.

Pour résumer ce qui résulte des pages précédentes sur les relations des couches tertiaires de la Flandre et en particulier de la Belgique avec le Nord du Bassin de Paris, on constate dans les deux bassins une série identique de trois assises successives : couches à *Nummulites*

lævigata, à *Ditrupa strangulata* et à *Cerithium giganteum*. Les autres assises sont plus différentes, il semble que quelques espèces et en particulier *N. variolaria* ont vécu dans la Flandre avant de se répandre dans le Bassin de Paris ; ce qui n'est pas étonnant, si à cette époque le Bassin de Paris communiquait avec la mer soit par le Nord de la France, soit par le synclinal de la Somme.

On peut donc admettre que les étages Bruxellien, Laekenien et Ledien des géologues belges sont représentés par le calcaire grossier inférieur et moyen.

Le Wemmelien a des analogies plus douteuses ; mais cet étage ne paraît pas encore bien nettement limité en Belgique.

L'Asschien représente les caillasses ou les sables de Beauchamp, peut-être les deux, à moins qu'on ne veuille admettre entre l'Asschien et les couches inférieures, une lacune qui ne semble pas démontrée. Je crois que, s'il y a une lacune, elle doit plutôt se trouver à la partie supérieure de l'Asschien, entre celui-ci et le Tongrien.

Nord du Bassin de Paris		Cassel	Belgique
Sables de Cuise (partie supre)	Sable quartzeux	Sable à *Pinna*	Paniselien.
	Argile de Laon	Marne à Turritelles	
Calcaire grossier inf.	Calc. et sable inférieurs	Sables à *Rostellaria ampla*	Bruxellien.
	Calcaire à *N. lævigata*	Calc. sableux à *N. lævigata*	
	Calcaire à *Ditrupa*	Sable à *Ditrupa*	Laekenien.
Calc. grossier moyen.	Calc. à *Cerith. giganteum*	Sable à *C. giganteum*	Ledien.
	Calcaire à Miliolites	Sable à *N. variolaria*	
		?	Wemmelien
Calcaire grossier supr (Ass. indéterminée)	Calcaires à Cérithes	Sable argileux à *P. corneus*?	Asschien.
	Argile de Saint-Gobain	Argile de la Gendarmerie	
Sable de Beauchamp.	Sables, grès et galets		

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL

DIRECTION GÉNÉRALE DES MINES

Commission géologique de Belgique. — Conseil de Direction

LÉGENDE

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA BELGIQUE

à l'échelle du 40 000e

DRESSÉE PAR ORDRE DU GOUVERNEMENT

2e ÉDITION

(Avril 1896)

Il a été publié comme annexe au Procès-Verbal de la séance du 25 octobre 1892 la première édition de la légende de la nouvelle Carte au 1/40000, élaborée par le Conseil de direction de la Carte, avec le concours de la Commission géologique.

Une seconde édition, complétée, corrigée et sensiblement améliorée, de cette Légende, venant de paraître, le Bureau de la Société croit utile d'insérer cet intéressant document dans le Recueil des Traductions et Reproductions du Bulletin de la Société.

Conformément aux prescriptions de l'arrêté royal du 31 décembre 1889, les levés géologiques sont exécutés sur les planchettes au 20.000e et publiés sur les feuilles au 40.000e de l'Institut cartographique militaire.

Les planchettes au 20.000e portent les indications relatives au sol et au sous-sol et les limites et classifications des diverses subdivisions proposées par les collaborateurs.

Les feuilles au 40.000e correspondantes sont également dressées par les collaborateurs, conformément aux décisions arrêtées par le Conseil de direction, la commission entendue.

Les notations de la légende ne sont renseignées qu'aux points de sondages et aux affleurements observés, sauf quand elles sont indiquées entre parenthèses. C'est ce qui permet de distinguer sur la carte le fait reconnu de la partie hypothétique.

Les lettres *a*, *b*, *c*, *d*,..., ajoutées à celles qui sont affectées aux étages, indiquent une succession d'assises. Les lettres *m*, *n*, *o*,... *x*, *y*, *z*,... ne représentent que des facies.

Les chiffres placés sur la carte devant les notations indiquent l'épaisseur en mètres et décimètres des dépôts correspondants. Exemple 2.5 *q4* signifient $2^{m},50$ de flandrien *q4*.

Le **Service géologique** est actuellement installé à la Direction générale des mines, rue Latérale, 2, à Bruxelles, où le public est admis à prendre connaissance des planchettes au 20.000e, après la publication des feuilles au 40.000e.

Chaque feuille complète se vend au prix de 3 francs, chez le concessionnaire, M. O. Schepens, directeur de la Société belge de librairie, 16, rue Treurenberg, à Bruxelles.

Des textes explicatifs sommaires, avec planches de coupes, seront publiés.

LÉGENDE

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA BELGIQUE

à l'échelle du 40.000e

DRESSÉE PAR ORDRE DU GOUVERNEMENT

GROUPE QUATERNAIRE

SYSTÈME QUATERNAIRE

QUATERNAIRE SUPÉRIEUR OU MODERNE

Dépôts de la plaine maritime.

sp. Sable de la plage et galets.
ale. Sable entraîné par la pluie et les vents, ou remanié artificiellement.
⌒. Dunes du littoral.
alp2. Argile supérieure des polders.
alq. Sable meuble à *Cardium*, avec linéoles argileuses vers le haut, parfois lit tourbeux et graveleux à la base.
alp1. Argile inférieure des polders.
alr2. Sable argileux gris foncé; alternances minces de sable et d'argile grise sableuse, avec lit de *Scrobicularia plana* vers le sommet; parfois argile foncée ou verdâtre à la base.
t. Tourbe.
alr1. Sable gris bleuâtre à grains moyens.

Dépôts continentaux.

ale. Dépôts limoneux des pentes.
e. Éboulis des pentes.
tf. Tufs.
⌒. Dunes continentales et sables éoliens.
alm. Alluvions modernes des vallées.
alfe. Alluvions ferrugineuses.
alt. Alluvions tourbeuses.
t. Tourbe.

QUATERNAIRE INFÉRIEUR OU DILUVIEN

FLANDRIEN (*q4*).

q4. Sables avec zones limoneuses des Flandres. — Sable supérieur ou remanié de la Campine.

q4l. Sable limoneux passant au limon sableux (**Leem** des ouvriers). — Limon finement sableux, peu développé, de la région du Démer. — Limon gris, avec coquilles fluviatiles, en lentilles dans le sable.

(Facies marin). Sable meuble à grains assez gros, de couleur jaune ou grise, avec alternances limoneuses. — *Corbicula fluminalis*, *Cardium edule*, etc. — Argile coquillière et graviers à la base.

q4sl. Sable quartzeux stratifié, très meuble, avec alternances limoneuses.

t. Tourbe.

HESBAYEN (*q3*).

q3o. Cailloux, gravier, sable et tourbe du fond des vallées principales.

q3n. Limon non stratifié, friable, homogène, jaune-chamois, avec éclats de silex, cailloux et gravier sporadiques à la base.

q3m. Limon grisâtre et brunâtre stratifié des flancs inférieur et moyen des vallées principales et des plaines moyennes. — Limon gris à *Helix hispida* et à *Succinea oblonga*. Parfois tourbe (*t*) au sommet.

q3ms. Sable quartzeux stratifié, devenant parfois limoneux et passant au limon sableux.

CAMPINIEN (*q2*).

Cervus tarandus, Elephas primigenius, Rhinoceros tichorinus.
Silex taillés et autres vestiges de l'industrie humaine.

q2o. Éléments divers remaniés d'origine voisine.

q2o a. Argile pailletée grise et noire, dite de la Campine, devenant sableuse (*q2o as*) et passant au sable.

q2o s. Sable quartzeux, légèrement pailleté, devenant parfois argileux (*q2o sa*).

q2n. Cailloux ardennais du plateau oriental du Limbourg.

p2m. Cailloux ardennais et cailloux de silex des flancs supérieurs des grandes vallées.

t. Tourbe et sable tourbeux.

MOSÉEN (*q1*).

q1n. Limon non ossifère des hauts plateaux de la Sambre et de la Meuse.

qtm. Cailloux ardennais et cailloux de silex des hauts plateaux.

Δ Cavernes à ossements.

BLOCS ET CAILLOUX ERRATIQUES :

× Roches cristallines d'origine étrangère.

+ Roches quartzeuses.

GROUPE TERTIAIRE

SYSTÈME PLIOCÈNE

PLIOCÈNE SUPÉRIEUR

ÉTAGE POEDERLIEN (*Po*).

Po. Sables à *Corbula gibba*, var. *rotundata* (*Corbula striata*), *Melampus* (*Conovulus*) *pyramidalis*, *Corbulomya complatana*.

PLIOCÈNE MOYEN

ÉTAGE SCALDISIEN (*Sc*).

Sc. Sables à *Fusus* (*Chrysodomus*) *contrarius*.

PLIOCÈNE INFÉRIEUR

ÉTAGE DISTIEN (*D*).

D. Sable gris glauconifère à *Isocardia cor*. — Sable blanc quartzeux dunal (Casterlé). — Sable fin micacé rosé avec lits d'argile poldérienne (Heyst-op-den-Berg). — Sables et grès graveleux et ferrugineux de Diest à *Terebratula perforata* (*T. grandis*) — Sable fin rosé, très micacé, dit sable chamois; glaise et cailloux à la base.

SYSTÈME MIOCÈNE

MIOCÈNE SUPÉRIEUR

ÉTAGE BOLDERIEN (*Bd*),

Bd d. Sables noirs d'Anvers, à *Pectunculus pilosus.* — Sables blancs micacés du Bolderberg (1).

Bd c. Sables argileux d'Edeghem à *Glycîmeris gentilis* (*Panopœa Menardi?*).

Bd b. Sable moyen verdâtre, glauconifère à la base.

Bd a. Gravier.

SYSTÈME OLIGOCÈNE (*O*).

FACIES DE LA HAUTE ET DE LA MOYENNE BELGIQUE (2)

DÉPOTS SUPÉRIEURS CONTINENTAUX (*On*)

On a. Glaises plastiques diversement colorées, à flore terrestre aquitanienne (Andenne) avec dépôts sableux intercalés. — Glaises vertes et noires plastiques du sud de la Hesbaye (Bierset) et de l'Ardenne.

On s. Sables graveleux ou hétérogènes ; dépôts localisés à stratification entrecroisée fluviale et à allures ravinantes (Bierset), parfois graveleux et caillouteux (Ardennes).

On g. Grès locaux du Condroz, de la Hesbaye (Hollogne-aux-Pierres), et du pays de Herve.

On p. Poudingue pisaire et avellanaire de l'Ardenne, du Condroz et du pays de Herve.

On x. Amas et traînées de cailloux de quartz blancs, à allures ravinantes et fluviales.

(1) La réunion de ces deux termes de deux régions différentes sous une même notation n'implique pas leur synchronisme absolu.

(2) En rangeant dans l'Oligocène les dépôts de cette catégorie, qui ne sont pas landeniens, le Conseil n'entend pas affirmer que tous appartiennent exclusivement à ce système.

DÉPOTS INFÉRIEURS MARINS (*Om*)

(Tongrien.)

Om. Sables quartzeux fins, pailletés, homogènes, peu ou point visiblement stratifiés, avec traces d'annélides (Rocour et les hauteurs de la vallée de la Meuse : vestiges de nappes étendues).

FACIES DE LA MOYENNE ET DE LA BASSE BELGIQUE.

OLIGOCÈNE MOYEN.

ÉTAGE RUPELIEN (*R*) (1).

Assise supérieure (*R2*).

R2d. Sable blanc à grains moyens, passant au sable fin argileux.
R2c. Argile de Boom à *Leda Deshayesiana*.
R2b. Sable blanc à grains moyens.
R2a. Gravier miliaire et sable graveleux, en lit simple ou dédoublé.

Assise inférieure (*R1*).

R1d. Sable blanc à grains moyens.
R1c. Argile en masse lenticulaire, à *Nucula compta*.
R1b. Sable de Berg à *Pectunculus obovatus*.
R1m. Glaises verdâtres interstratifiées de sable blanc quartzeux.
R1a. Cailloux ou gravier avec silex plats et noirs.

(1) La partie inférieure de l'argile rupelienne sera renseignée par la notation (*Rc*) lorsque l'argile de Boom (*R2c*) et l'argile à Nucules (*R1c*) sont en contact sans intercalation sableuse sensible et, dans ce cas, elle portera la teinte de l'assise supérieure.

OLIGOCÈNE INFÉRIEUR.

ÉTAGE TONGRIEN (*Tg*).

Assise supérieure (*Tg2*).

Facies normaux du Brabant et du Limbourg.

Tg2o. Sables et marnes de Vieux-Joncs à *Cerithium elegans.*

Tg2n. Glaise verte de Hénis à *Cytherea incrassata.*

Tg2m. Sables de Bautersem à *Cyrena semistriata* et lentilles marneuses à *Limnœus longiscatus.*

Facies spéciaux du Brabant.

Tg2k. Sables grossiers et graveleux à stratification entrecroisée avec galets de glaise (Kerckom) ; sables rudes, blancs ou chocolatés ; sables fins ou moyens à stratification horizontale, avec marne à Bythinies à la base.

Tg2b. Sables fins micacés, homogènes, à stratification peu ou point distincte et à faune marine.

Tg2a. Cailloux irréguliers et non arrondis de silex noirs.

Assise inférieure (*Tg1*).

Tg1n. Argile plastique lagunaire ou poldérienne.
Tg1d. Sable micacé finement stratifié de Neerrepen.
Tg1c. Sable argileux micacé à *Ostrea ventilabrum.*
Tg1b. Sable à grains moyens peu glauconifère.
Tg1m. Argile grise plastique.
Tg1a. Cailloux de roches primaires et secondaires et gravier.

SYSTÈME ÉOCÈNE.

ÉOCÈNE SUPÉRIEUR.

ÉTAGE ASSCHIEN (*As*).

Asd. Sable d'Assche.
Asc. Argile glauconifère et argile grise.
Asb. Sable argileux.
Asa. Gravier à *Nummulites* (*Operculina*) *Orbignyi.*

ÉTAGE WEMMELIEN (*We*).

We. Sable à *Nummulites wemmelensis.*
Gravier à *Eupsammia Burtinana.*

ÉTAGE LEDIEN (*Le*).

Le. Sable et grès calcarifères, parfois glauconifères.
Gravier à *Nummulites variolaria*.

ÉOCÈNE MOYEN.

ÉTAGE LAEKENIEN (*Lk*).

Lk. Sable et grès calcarifères à *Nummulites Heberti*.
Gravier à *Nummulites lœvigata* roulées.

ÉTAGE BRUXELLIEN (*B*).

B. Sable et grès quartzeux, glauconifères ou non, alternant avec des sables et grès calcareux, en rognons disséminés ou en bancs subcontinus, parfois très ferrugineux. *Ostrea cymbula ; Lucina Volderiana*.
Gravier ou cailloux.

ÉOCÈNE INFÉRIEUR.

ÉTAGE PANISELIEN (*P*).

Assise supérieure (*P2.*)

P2. Sable à Turritelles.
Sable argileux de Gand et d'Aeltre à *Cardita planicosta*.
Sable glauconifère avec traces de gravier à la base.

Assise inférieure (*P1*).

P1n. Argile grise plastique sans glauconie, lagunaire ou polderienne.
P1d. Sables avec plaquettes de grès lustré et grès divers, fossilifères vers le bas.
P1c. Argiles ou argilites sableuses, glauconifères, avec grès argileux fossilifères.
P1b. Sable généralement glauconifère, parfois très fossilifère, avec grès irréguliers et caverneux très rares.
P1a. Gravier de base localisé. — Marne blanche à Turritelles.
P1m. Argile grise schistoïde, plastique, très rarement glauconifère, lagunaire ou poldérienne.

ÉTAGE YPRESIEN (*Y*).

Yd. Sables à *Nummulites planulata* avec grès, lentilles d'argile gris verdâtre ou avec bancs d'argilite (Morlanwelz) et sables fins.
Yc. Argile plastique ou sableuse et argilite (Morlanwelz).
Yb. Sables graveleux, moyens, fins, argileux en montant.
Ya. Lit de cailloux de silex roulés noirs et plats.

ÉTAGE LANDENIEN (*L*).

Assise supérieure (*L2*) (1).

L2. Argile simple ou ligniteuse. Sables blancs avec lignite, bois silicifiés et grès mamelonnés. Marne blanche.

Assise inférieure (*L1*).

L1d. Sable vert, fin, glauconifère.
L1c. Grès argileux parfois très fossilifère (Tufeau de Lincent).
L1b. Sable grossier, noir, glauconifère, parfois argileux.
L1a. Lit de silex corrodés et verdis.

ÉTAGE HEERSIEN (*Hs*).

Hsd. Sable fin, gris, glauconifère.
Hsc. Marne blanche de Gelinden, à flore terrestre et à faune marine.
Hsb. Sable gris, glauconifère, marneux vers le haut, à *Cyprina Morrisi*.
Hsa. Gravier.

SYSTÈME PALÉOCÈNE

ÉTAGE MONTIEN (*Mn*).

Assise supérieure lacustre (*Mn2*).

Mn2. Couches d'eau douce à *Physa montensis*.

Assise inférieure marine (*Mn1*).

Mn1. Calcaire de Mons et tufeau supérieur de Ciply.
Calcaire à grands Cérithes et poudingue de base.

(1) Voir la note 2 de la page 6.

GROUPE SECONDAIRE

SYSTÈME CRÉTACÉ

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

Limbourg.	Hainaut et Brabant.

ÉTAGE MAESTRICHTIEN (*M*).

Md. Tufeau caverneux à *Belemnitella mucronata* avec lits à bryozoaires à la partie inférieure.	
Mc. Tufeau massif sans silex, à *Mosasaurus giganteus*. (*M. Camperi.*)	
Mb. Craie grossière à silex gris.	*Mb.* Tufeau de Saint-Symphorien ou tufeau inférieur de Ciply à *Belemnitella mucronata et* tufeau à silex gris du Brabant.
Ma. Couche dite à Coprolithes. Lits à Thécidées.	*Ma.* Poudingue de la Malogne.

ÉTAGE SÉNONIEN (*Cp*).

Assise de Spiennes a *Trigonosemus* (*Cp4*).

	Cp4b. Craie brune phosphatée de Ciply à *Pecten pulchellus*, *Belemnitella mucronata* et *Mosasaurus Lemonnieri*, parfois glauconifère au sommet.
Cp4. Craie grossière à silex bruns et noirs.	
	Cp4a. Craie grossière de Spiennes à silex bruns et noirs et poudingue de Cuesmes.

Assise de Nouvelles a *Magas pumilus* (*Cp3*).

Cp3c. Craie blanche à silex noirs.	*Cp3cb.* Craie de Nouvelles à *Magas pumilus*.
Cp3b. Craie blanche sans silex.	
Craie grossière à silex gris rudimentaires.	
Cp3a. Craie glauconifère à *Belemnitella mucronata*.	*Cp3a.* Craie d'Obourg à silex noirs.
Craie grossière glauconifère à silex gris rudimentaires et à *Belemnitella mucronata*.	Conglomérat à *Belemnitella mucronata* à la base.
Lit graveleux et glauconie grossière à la base.	

Limbourg.	Hainaut et Brabant.

Assise de Herve a *Belemnitella quadrata* (*Cp2*).

Cp2c. Argilite et grès argileux glauconifères. Smectique à *Gyrolithes Davreuxi.* (Altération : argile sableuse glauconifère.)	*Cp2.* Craie de Trivières avec lit de nodules roulés à la base *(Belemnitella mucronata, B. quadrata, Actinocamax verus).*
Cp2b. Sable glauconifère.	
Cp2a. Gravier glauconifère. Gompholite glauconifère à fragments de phtanite (*Belemnitella mucronata, B. quadrata, Actinocamax verus*).	

Assise d'Aix-la-Chapelle (*Cp1*).

Cp1. Sable jaune, grès et argile violette à végétaux. Lits graveleux.	*Cp1.* Craie de Saint-Vaast à silex bigarrés. Lit de glauconie grossière à la base.

ÉTAGE TURONIEN

Sous-etage nervien (*Tr2*).

Tr2c. Craie grise, parfois glauconifère, de Maisières à *Ostrea lateralis* et *Terebratulina gracilis* (**Gris**).

Tr2b. Silex de Saint-Denis, en bancs ou en rognons avec craie ou marne jaunâtre (**Rabots**).

Tr2a. Marnes grises et bleues à concrétions siliceuses (**Fortes toises**).

Sous-étage ligérien (*Tr1*).

Tr1b. Marnes blanchâtres à *Terebratulina gracilis* (**Dièves**).

Tr1a. Argiles bleues et vertes à *Inoceramus labiatus* et *Actinocamax plenus* (**Dièves**).

ÉTAGE CÉNOMANIEN (*Cn*).

Cn2. Marne sableuse verte, à cailloux roulés, à *Pecten asper* (**Tourtia de Mons**).

Cn1. Gompholite ferrugineux très fossilifère, à *Terebratula depressa*, Lm. (*T. nerviensis*, d'Arch.) (**Tourtia de Tournai et de Montignies-sur-Roc**).

CRÉTACÉ INFÉRIEUR

ÉTAGE ALBIEN (*Ab*).

Ab. Grès et sable gris bleuâtre, à silice gélatineuse, à *Trigonia dædalea* et *Cardium* (*Protocardia*) *hillanum* (**Meule de Bracquegnies**).

ÉTAGE WEALDIEN (*Wd*).

Wd. Sables et argiles d'Hautrage et de Houdeng-Aimeries, à végétaux.
Dépôts de Bernissart à Iguanodons (*I. Mantelli* et *I. Bernissartensis*).
Gravier de roches primaires, à la base.

FACIES D'ALTÉRATION

Sx. Conglomérat à silex.
Ph. Phosphate riche.
Df. Argile plus ou moins glauconifère (**Deffe** de l'Entre-Sambre-et-Meuse).
Sv. Sables verts.

SYSTÈME JURASSIQUE

JURASSIQUE MOYEN

ÉTAGE BAJOCIEN (*Bj*).

CALCAIRE DE LONGWY

Bfc. Calcaire subcompacte et calcaire à polypiers. *Ammonites* (*Cœloceras*) *Blagdeni* et *Am. Humphriesianus* (*Cœloceras subcoronatum*).
Bjb. Calcaire à oolithes ferrugineux. *Ammonites* (*Sonninia*) *Sowerbyi*.
Bja. Limonite oolithique de Mont-Saint-Martin avec *Ammonites* (*Ludwigia*) *Murchisonæ*, *Am.* (*Harpoceras*) *subcomptus* et *fluitans* au sommet; *Am.* (*Harpoceras*) *opalinus, aalensis* et *undulatus* (*Am. Levesquei*) à la base.

JURASSIQUE INFÉRIEUR

ÉTAGE TOARCIEN (*To*).

Toc. Marne de Grand-Court avec gros septaria vers le haut. *Ammonites radians* (*Harpoceras fallaciosum*), *Am.* (*Harpoceras*) *toarcensis, Am.* (*Harpoceras*) *striatulum,* auct.

Tob. Marne de Grand-Court avec petits septaria. *Ammonites* (*Harpoceras*) *bifrons*, *Am.* (*Cœloceras*) *Holandrei.*

Toa. Schistes bitumineux de Grand-Court. *Ammonites serpentinus* (*Harpoceras falciferum*).

ÉTAGE VIRTONIEN (*Vr*).

Vrd. Macigno ferrugineux d'Aubange. *Ammonites* (*Amaltheus*) *spinatus.*

Vrc. Macigno, schistes et psammites de Messancy. *Ammonites* (*Amaltheus*) *margaritatus.*

Vrb. Schiste d'Ethe. *Ammonites* (*Lytoceras*) *Davœi.*

Vra s. Sable et grès de Virton. — *Vra m.* Marne sableuse de Hondelange. *Ammonites* (*Deroceras*) *armatus, Am.* (*Oxynoticeras*) *oxynotus*, *Am.* (*Ægoceras*) *planicosta*, *Am.* (*Arietites*) *obtusus* et *Turneri.*

ÉTAGE SINÉMURIEN (*Sn*).

Snb m. Marne de Strassen. — *Snb s.* Calcaire sableux d'Orval. *Belemnites acutus*, *Am.* (*Arnioceras*) *geometricus.*

Sna s. Calcaire sableux de Florenville. — *Sna m.* Marne de Warcq. *Am.* (*Arietites*) *Bucklandi* et *nodosaries*, *Montlivaultia Guettardi.*

ÉTAGE HETTANGIEN (*Ht*).

Htb s. Sable à *Littorina clathrata* de Metzert, avec bancs renfermant quelques cailloux d'agate onyx. — *Htb m.* Marne de Jamoigne. *Am.* (*Schlotheimia*) *angulatus.*

Htam. Marne d'Helmsingen. *Montlivaultia Haimei.* — *Hta s.* Grès de Rossignol. *Am.* (*Psiloceras*) *planorbis* et *Johnstoni.*

ÉTAGE RHÉTIEN (*Rh*).

Rh. Cailloux, sables plus ou moins cohérents et argile noire de Mortinsart. Débris d'ossements (*Bone Bed*), *Avicula contorta.*

SYSTÈME TRIASIQUE

ÉTAGE KEUPÉRIEN (*K*).

Kn. Marne diversement colorée.
Km. Marne rouge.
Ka. Poudingue et grès.

ÉTAGE CONCHYLIEN (*Cc*).

Cc. Calcaire et gompholite.

ÉTAGE POECILIEN (*Pc*).

Pc b. Grès rouge.
Pc a. Poudingue et conglomérat.

GROUPE PRIMAIRE

SYSTÈME CARBONIFÉRIEN

HOUILLER (*H*).

ÉTAGE MOYEN OU HOUILLER PROPREMENT DIT (*H2*).

H2. Grès, psammites et schistes. Houilles variées.

ÉTAGE INFÉRIEUR (*H1*).

H1c. Poudingue, arkose.
H1b. Grès souvent feldspathiques, psammites, schistes, calcaire encrinitique, houille maigre et téroulle.
H1a. Phtanites et schistes siliceux. Ampélites. Sans houille.

CALCAIRE CARBONIFÈRE.

ÉTAGE VISÉEN (*V*).

Assise de Visé (*V2*).

V2c. Calcaire à *Productus giganteus* et *P. striatus* avec lits d'anthracite.
V2c x Grande brèche.
V2b. Calcaire noir et gris, souvent très compacte, parfois bleu grenu.
V2a. Calcaire gris à grains cristallins ; calcaire oolithique ou compacte. *Productus cora.*

Assise de Dinant (*V1*).

V1b. Calcaire noir et bleu à crinoïdes. — *V1b* **y**. Grande dolomie. *Chonetes papilionacea*.

V1a. Marbre noir de Dinant, en partie avec cherts noirs, souvent dolomitisé (*V1a* **y**).

ÉTAGE TOURNAISIEN (*T*).

Assise des Écaussines et de Waulsort (*T2*).

T2b. Calcaire à crinoïdes et à débris de Paléchinides, sans cherts, à *Spirifer Konincki* (*Sp. cinctus*) ; (petit granit de l'Ourthe et des Écaussines).— *T2b* **l**. Calcaire gris et gris violacé, parfois à cherts blonds.

T2a. Calcaire d'Yvoir avec crinoïdes sporadiques et cherts noirs. *Spirifer Konincki* (*Sp. cinctus*).

FACIES WAULSORTIENS.

l. Calcaire gris violacé, souvent à cherts blonds.

n. Calcaire stratifié blanchâtre, subgrenu (1).

p. Calcaire ou dolomie stratifiés, pâles, à grands crinoïdes et (ordinairement) à cherts blonds.

o. Dolomie massive bigarrée ou gris-perle, peu ou point crinoïdique (1).

m. Calcaire massif à veines bleues (1).

Assise d'Hastière (*T1*).

T1c. Calschistes et calcaires noirs argileux à chaux hydraulique (*T1c* **h**).

Calcaire à crinoïdes de Landelies. *Spirifer tornacensis*.

T1b. Schites foncés. *Spiriferina octoplicata* et *Spirifer tornacensis*.

T1a. Calcaire noir et bleu à crinoïdes ; calcaire avec schistes intercalés à *Phillipsia*, gros *Spirifer glaber* et *Sp. tornacensis* abondants (2).

FACIES DIVERS.

x. Facies bréchiforme.

y. Facies dolomitique.

(1) Lorsque l'on ne saura pas distinguer auquel des trois termes *m*, *n* et *o* appartiennent certains affleurements, on les désignera par la notation *w*

(2) La présence du *Spirifer glaber* de forte taille et du *Sp. tornacensis* est mentionnée surtout ici par opposition avec leur absence dans l'assise famennienne de Comblain-au-Pont.

SYSTÈME DEVONIEN.

DEVONIEN SUPÉRIEUR.

ÉTAGE FAMENNIEN

Famennien supérieur (*Fa2*).

Assise de Comblain-au-pont (*Fa2d*).

Fa2d. Alternances de calcaire, schistes, psammites et macigno. *Phacops granulatus*, *Rhynchonella Gosseleti*.

Assise d'Evieux (*Fa2c*).

Fa2c. Psammites et schistes à végétaux et à débris de poissons, avec macignos ou schistes noduleux. *Palœopteris hibernica*.

Assise de Montfort (*Fa2b*).

Fa2b. Psammites massifs à pavés, rouges vers le haut, avec couches stratoïdes vers le bas. *Cucullœa Hardingii*.

Assise de Souverain-Pré (*Fa2a*).

Fa2a. Macignos ou schistes noduleux, avec psammites et schistes vers le haut. *Streptorhynchus consimilis*.

Fammennien inférieur (*Fa1*).

Assise d'Esneux (*Fa1c*).

Fa1c. Psammites stratoïdes et schistoïdes avec nombreux *Spirifer Verneuili* et tiges d'encrines minces. — Psammites grésiformes et schistes à *Rynchonella Dumonti* des carrières d'Hymiée (Gerpinnes).

Assise de Mariembourg (*Fa1b*).

Fa1b. Schistes souvent violacés avec psammites. — Oligiste oolithique de Vezin. *Rhynchonella Dumonti*.

Assise de Senzeilles (*Fa1a*).

Fa1a. Schistes souvent verdâtres, fréquemment noduleux. *Rhynchonella Omaliusi*.

ÉTAGE FRASNIEN (*Fr*).

Région méridionale du bassin de Dinant

Fr2. Schistes de Matagne, très feuilletés, foncés; *Cardicla retrostriata*, petites *Goniatites* ferrugineuses, Schistes de Barvaux, ordinairement violets; *Spirifer Verneuili* à ailes allongées. Calcaires subordonnés

Fr1p. Marbre rouge et gris; *Rhynchonella cuboïdes*, comme dans tout l'étage.

Fr1o. Calcaires stratifiés, massifs ou noduleux.

Fr1y. Dolomie.

Fr1m Schistes divers, assez souvent noduleux. A la base, *Goniatites intumescens*, *Receptaculites Neptuni*, *Camarophoria formosa*, gros Spirifers (zone dite des monstres); quelquefois oligiste oolithique.

Région septentrionale du bassin de Dinant et bassin de Namur.

Frd. Assise de Franc-Waret et de Laneffe.

Schistes divers.

Frdy. Dolomie.

Frc. Assise de Rhisnes et de Thy-le-Baudouin, calcaires massifs, schistoïdes ou noduleux.

Frcp Marbre Sainte-Anne.

Frco. Marbre rouge et gris.

Frcn. Marbre de Golzinne.

Frcm. Marbre Florence.

Frb. Assise de Bovesse et de Gougnies. Schistes, calcaires et dolomie. *Aviculopecten Neptuni*, *Spirifer Bouchardi*.

Frpb. Marbre Sainte-Anne.

Frbo. Calcaires.

Frby. Dolomies.

Frbm. Schistes.

Fra. Assise de Bossières et de Gourdinne.

Schistes gris et schistes verdâtre et bleuâtre, macigno avec oligiste ootlithique. *Spirifer Malaisei*.

DEVONIEN MOYEN.

ÉTAGE GIVETIEN (*Gv*).

Gvb. Calcaire à Stromatoporoïdes et Polypiers avec couche de schiste à la base.

Cva. Calcaire de Givet à *Stringocephalus Burtini*.

Gvb. Roches rouges et poudingue de Mazy — Macigno, schistes et calcaires de Roux et de Gerpinnes. — Marbre Florence (*Gvb m*).

Gva. Calcaire à *Stringocephalus Burtini*.

Poudingue d'Alvaux, grès, psammites et macigno; *Stringocephalus Burtini*.

ÉTAGE COUVINIEN (*Co*).

Cob. Schistes (*n*) et calcaires (*m*) de Couvin, à *Calceola sandalina, Spirifer speciosus.*

Coa. Schistes, grauwacke et grès de Bure. Oligiste oolithique. *Spirifer cultrijugatus* et *Sp arduennensis.*

Cob. Grès, schistes rouges ou verts macigno et calcaire.

Coa. Schistes rouges, psammites, grès et poudingue à ciment clair de Taillefer, de Naninne et du Caillou-qui-Bique.

DEVONIEN INFÉRIEUR

ÉTAGE BURNOTIEN (*Bt*).

Bt. Grès et schistes rouges de Winenne.

Bt. Schistes rouges et grès rouge et blanc avec poudingue à ciment rouge de Burnot.

ÉTAGE COBLENCIEN (*Cc*).

Cb3. Grès et schistes noirs de Vireux.

Cb2b. Assise supérieure. Phyllades à grands feuillets.

Cb2a. Assise inférieure. Quartzophyllades, grauwackes, psammites et grès de Houffalize.

Cb1b. Phyllades d'Alle.

Cb1a. Grès d'Anor et de Bastogne.

Cb3. Grès de Wépion, avec schistes souvent gris-bleu.

Cb2. Schistes, psammites et grauwackes souvent rouges et grès d'Acoz.

Cb1. Grès du bois d'Ausse. *Haliserites Dechenanus.*

FACIES SPÉCIAUX

c. Calcaire.

g. Grès blanc.

r. Schistes et grès rouges.

FACIES MÉTAMORPHIQUES DE L'ARDENNE

v. Cornéite.

x. Roches grenatifères et amphibolifères.

y. Phyllades, quartzophyllades et grès ilménitifères.

z. Grès bastonitifère.

ÉTAGE GEDINNIEN (*G*).

Gd. Schistes de Saint-Hubert avec grès parfois feldspathiques, psammites et quartzophyllades.

Gc. Schistes bigarrés souvent noduleux ou celluleux (*n*), avec grès et arkose d'Oignies.

Gb. Quartzophyllades et schistes fossilifères de Mondrepuits.

Ga. Poudingue et arkose de Fépin.

Gdb. Psammites et schistes généralement bigarrés (*m*) souvent noduleux ou celluleux (*n*) de Fooz.

Ga. Poudingue d'Ombret et arkose de Dave.

FACIES MÉTAMORPHIQUE DE L'ARDENNE

v. Cornéite.

y. Grès et schistes à magnétite.

SYSTÈME SILURIEN

SILURIEN SUPÉRIEUR (*Sl2*).

Sl2b. Schiste ou phyllade et psammite. *Monograptus colonus.*
Schistes avec nodules calcareux à *Cardiola interrupta.*
Quartzite stratoïde, grès ou psammite feuilleté.
Schistes quartzeux. *Monograptus priodon, M. vomerinus*

Sl2a. Schiste noir et quartzite noirâtre. *Climacograptus scalaris.*

SILURIEN INFÉRIEUR (*Sl1*).

Sl 1b. Schiste ou phyllade quartzeux, plus ou moins pailleté et pyritifère (Grand-Manil). *Calymene incerta, Trinucleus seticornis, Orthis Actoniæ*, etc. Calcaire vers le haut (Fosse). *Halysites catenularia.*

Sl 1a. Schiste noir et quartzite noirâtre. *Æglina binodosa, Caryocaris Wrighti, Diplograptus pristiniformis, Didymograptus Murchisoni.*
? Quartzophyllades à fucoïdes de Villers-la-Ville.

SYSTÈME CAMBRIEN

Ardenne.	Brabant.
ÉTAGE SALMIEN (*Sm*).	
SALMIEN SUPÉRIEUR (*Sm2*).	
Sm2. Phyllades ottrélitifères (**o**), manganésifères (**mn**), oligisteux ou oligistifères (**fe**), coticule (**c**).	
SALMIEN INFÉRIEUR (*Sm1*).	
Sm1. Quartzophyllades et phyllades, *Dictyograptus flabelliformis (Dictyonema sociale)*.	
ÉTAGE REVINIEN (*Rv*).	
Rv. Quartzites gris-bleu et phyllades noirs de Revin.	*Rv*. Quartzites gris-bleu et phyllades noirs ou graphiteux avec phtanite. Schistes gris ou bigarrés à la base (Oisquercq).
ÉTAGE DEVILLIEN (*Dv*)	
DEVILLIEN SUPÉRIEUR (*Dv2*).	
Dv2. Quartzite vert et phyllade violet ou gris verdâtre de Deville et de Fumay, souvent avec magnétite. *Oldhamia*.	*Dv2*. Quartzite vert et phyllade gris verdâtre, souvent avec magnétite. *Oldhamia*. Avec arkose (Tubize).
DEVILLIEN INFÉRIEUR (*Dv1*).	
Dv1. Quartzite blanchâtre ou verdâtre (Hourt).	*Dv1*. Quartzites blanchâtre ou verdâtre (Blanmont).

ROCHES PLUTONIENNES ET TUFS SE RATTACHANT A CES ROCHES

π	Porphyres quartzifères.	ρ	Eurites et rhyolites anciennes.
η	Diorites.	φ	Porphyroïdes.
ε	Diabases.	ν	Kératophyres.
μ	Porphyrites.		

GITES MÉTALLIFÈRES ET LITHOÏDES

Fe.	Limonite ou oligiste.	*Cu.*	Cuivre.
Py.	Pyrite.	*Ba.*	Barytine.
Mn.	Manganèse.	*Fl.*	Fluorine.
Pb	Plomb.	*Ph.*	Phosphorite.
Zn.	Calamine.	*Qz.*	Quartz.
Bd.	Blende.		

La carte indique en outre par des signes conventionnels :

- ○ Sondage.
- ◎ Puits artésien et grand sondage.
- □ Puits ou renseignements en profondeur.
- *f* Gite fossilifère.
- Eaux minérales captées.
- — non captées.
- ⊙ Aiguigeois.
- Exploitations minières en activité.
- — abandonnées.
- Carrières en activité.
- — abandonnées.
- *r* Remblai, terris et remanié.

Faille ———

COMPOSITION DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

Conseil de Direction :

Président : M. E. HARZÉ.

Vice-Président : M. A. BRIART.

Membres : MM. CH. DE LA VALLÉE POUSSIN, H. FORIR, C. MALAISE, A. RUTOT et E. VAN DEN BROECK.

Membre-Secrétaire : M. MICHEL MOURLON.

Collaborateurs :

MM. L. BAYET, A. BRIART, H. DE DORLODOT, CH. DE LA VALLÉE POUSSIN, E. DELVAUX, G. DEWALQUE, V. DORMAL, H. FORIR, J. GOSSELET, M. LOHEST, C. MALAISE, M. MOURLON, J. PURVES, A. RENARD, A. RUTOT, X. STAINIER, E. VAN DEN BROECK et G. VELGE.

La publication de la Carte géologique au 40.000e est faite par les soins de l'Institut cartographique militaire, dont le directeur est le général HENNEQUIN, et l'officier plus spécialement chargé des travaux de la Carte géologique, le capitaine HENRY.

LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET LA GÉOLOGIE (1)

par **Ch. de la Vallée-Poussin,**

Professeur à l'Université de Louvain.

Invité à faire une lecture à la séance publique de la classe des sciences de l'Académie, il m'a paru que mes savants confrères s'intéresseraient à quelques considérations concernant les rapports devenus de plus en plus intimes entre la géographie physique et la géologie dans la science de notre temps. Parmi ces relations, il en est qui furent saisies de bien honne heure; car, dès l'antiquité, les Grecs avaient compris les conséquences de certains phénomènes physiques pour la transformation progressive des contrées, et signalé l'instabilité de ce qui apparaît le plus stable. En voici un exemple classique.

Hérodote, qui avait visité la vallée du Nil et conféré avec les prêtres du pays, nous enseigne que les plaines fertiles de la Basse-Égypte sont le produit des alluvions accumulées de siècle en siècle par le grand fleuve. Il ajoute que ces alluvions comblèrent un golfe de la Méditerranée qui s'étendait primitivement au midi beaucoup au delà du lac Mœris. Il compare ce golfe antique à la mer Rouge, et il calcule le temps nécessaire au comblement de cette dernière mer, si le Nil, se détournant à l'est, y portait désormais ses alluvions (2). Quand il écrit ces choses, Hérodote observe et raisonne exactement comme nous le faisons à l'heure actuelle.

Le même esprit d'observation se révèle çà et là chez les philosophes et les géographes anciens, à propos des divers modes de formation des îles, de la modification séculaire des rivages, de la transformation d'un fond marin en terre ferme et réciproquement.

Dans nos temps modernes et avant notre siècle, les questions du même ordre ont préoccupé un grand nombre de naturalistes. Kircher, Steno, Guettard, Buffon, Giraud-Soulavie, De Luc, Werner (3), pour

(1) Extraits de *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXXII, nº 12, pp. 925-947, 1896.

(2) Hérodote, liv. II, 10, 11.

(3) On doit signaler notamment les vues exprimées par Guettard sur la dénudation continentale. (*Mémoire sur différentes parties de la physique*, t. III, p. 223. Paris, 1774.) Mais l'auteur français n'en avait pas poursuivi les conséquences, comme le fit Hutton quelques années plus tard.

ne citer que peu de noms, ont cherché à rattacher telle ou telle forme topographique aux causes physiques capables de les produire. Leurs explications sont parfois judicieuses. Mais les conceptions hypothétiques avaient le dessus ; les recherches manquaient de suite ; les causes vraiment agissantes n'étaient pas envisagées d'assez près.

Pour trouver la méthode efficace, il faut, semble-t-il, en venir au père de l'école écossaise en géologie, à James Hutton, qui, dès 1785, dans une séance de la Société royale d'Édimbourg, lisait à quelques amis un mémoire où le rôle de l'atmosphère et des eaux sur le modelé toujours changeant du globe était apprécié avec une justesse admirable (1). Alexandre de Humboldt lui-même, si grand maître dans la physique du globe, en percevait moins bien les conséquences sur le relief continental. C'est l'école de Hutton et de ses disciples qui a ouvert nos yeux sur la portée géologique des actions physiques qui nous entourent, actions lentes le plus souvent, mais plus ou moins constantes et générales, et dont l'efficacité est presque sans limites, si l'on accorde un temps suffisant. Ils indiquaient ainsi le chemin qu'il faut prendre pour arracher le secret des transformations géographiques, et relier sans trop d'erreur le présent de la terre à son passé.

Les agents modificateurs de la surface du globe, beaucoup mieux étudiés qu'autrefois, se prêtent à la solution de problèmes géographiques autrement complexes que celui traité par Hérodote. Si ces agents sont les facteurs qui ont donné la dernière main au monde que nous habitons et que décrit la géographie, leur empreinte doit être reconnaissable sur tous les points de la surface où l'homme n'est pas intervenu directement. Démêler ces empreintes, les rapporter à leurs causes, telle est la tâche de l'étude qui nous occupe.

Pour aboutir, elle doit faire appel à diverses branches du savoir. On doit posséder la figure exacte des contrées ; connaître dans une certaine mesure et comprendre leur structure géologique, et finalement apprécier la nature et la valeur des puissances dynamiques qui travaillent la superficie du globe. De grands pas ont été faits de notre temps dans toutes ces directions.

Et d'abord, cette forme extérieure et dernière du globe, avec ses mers et ses continents, ses plateaux et ses vallées, ses plaines basses et ses rivières, dont on essaie d'expliquer la genèse, il en faut avant tout connaître la configuration. Par l'absence des documents et aussi par le manque de méthode, la plupart des anciennes cartes de géographie sont d'un usage très restreint au point de vue physique. Les divisions

(1) *Theory of the Earth.* (Trans. of the Royal Society of Edinburgh, t. I.) Conf. : *James Hutton et la géologie de notre temps.* (Rev. des questions scientifiques, juillet 1891.)

et subdivisions politiques, les itinéraires, le nom des localités encombrent le canevas qui ne renseigne pas sérieusement les inégalités du sol continental. Une révolution s'est opérée. L'explorateur et le géographe ne sont satisfaits que quand les coordonnées d'un point sont accompagnées des chiffres de son altitude. On n'a épargné ni les voyages, ni les mesures, ni les calculs pour beaucoup de contrées dont on possède le levé sensiblement exact. Je suis heureux de citer la Belgique, avec les cartes terminées de l'Institut militaire, aux échelles du 20,000e et du 40,000e, accompagnées de courbes équidistantes de niveau très rapprochées les unes des autres. Comme un exemple entre beaucoup d'autres du parti que l'on peut tirer des cartes donnant les altitudes positives et négatives relativement au niveau de la mer, nous rappellerons les recherches aussi intéressantes que décisives de M. Mac Gée sur les grandes oscillations subies par la plaine maritime des États-Unis depuis l'ère tertiaire (1).

Même les cartes actuelles des régions très éloignées, ou moins avancées et dressées à petite échelle, dénotent la préoccupation scientifique des auteurs. Si l'on consulte les bons atlas généraux, on admire le soin donné à l'orographie et à l'hydrographie des divers continents. On mesure le progrès accompli si l'on compare, par exemple, les premières éditions de l'atlas de Stieler avec celle de 1890, où le grand atlas encore inachevé de Vivien de Saint-Martin avec l'atlas célèbre autrefois de Lapie.

Rappelons aussi les recherches récentes de sondage et de draguage opérées à toutes les profondeurs dans les bassins marins. Elles nous ont appris, du moins dans ses traits généraux, la topographie du fond des océans et des mers intérieures. Il est devenu possible de comparer dans une certaine mesure les reliefs sous-marins aux reliefs continentaux et d'y lire des analogies et des contrastes très suggestifs dans la grave question de l'ancienneté des continents.

Cette représentation plus vraie que nous nous formons de la morphologie terrestre peut écarter, par elle seule, des hypothèses ingénieuses soutenues jadis par des savants célèbres. Ce n'est pas sans raison que M. E. de Margerie a remarqué que la théorie des fuseaux sphériques d'écrasement invoquée par Élie de Beaumont pour classer ses systèmes de montagnes, n'eût pas comporté les développements inutiles que lui donna l'auteur s'il avait eu en mains nos documents cartographiques.

De son côté, la géologie a centuplé ses richesses durant la seconde

(1) Voir le grand mémoire : *The Lafayette formation*, par M'Gée. (United States, geological Survey, 12e Rep., t. I, pp. 347-521) et les cartes attenantes, à l'échelle du ctnq-millionième.

moitié de notre siècle, les travailleurs constituant une petite armée dispersée dans tous les continents. Le théâtre de l'investigation étendu à tant de régions différentes a fait retrouver partout les systèmes stratigraphiques établis primitivement sur les données fournies en un coin de l'Europe, parce qu'ils sont reconnaissables à distance, par l'évolution graduelle et générale des organismes fossiles qu'ils renferment. Ces systèmes comportent néanmoins des variations régionnales auxquelles on ne s'attendait pas : variations graves, parfois embarrassantes, mais éminemment instructives, puisqu'elles répondent aux conditions physiques qui présidèrent à la formation des dépôts. L'interprétation de ces variantes amène naturellement l'observateur à scruter des facies pélagiques, littoraux, lagunaires et d'eaux saumâtres, continentaux, glaciaires, volcaniques, tous susceptibles d'apparaître à un même niveau de l'échelle des terrains. En cherchant à les raccorder les unes avec les autres, on entrevoit peu à peu l'emplacement de l'Océan et des mers intérieures, la configuration des côtes, la distribution des chaînes de montagnes, parfois celle des lacs et des rivières, en un mot la physionomie de la surface en un temps reculé de l'histoire de notre terre. Les draguages pratiqués de notre temps au fond des océans Atlantique, Pacifique, Indien, et de la plupart des mers intérieures, apportent ici leur part de renseignements utiles. Ils ont conduit à classer les dépôts marins actuels comme terrigènes ou comme océaniques : distinction importante, qui projette ses conséquences dans l'analyse des dépôts plus anciens, puisqu'elle fournit une sorte de critère pour supputer à quelle profondeur bathymétrique, à quelle distance de la côte ces dépôts se sont formés.

En s'étendant de la sorte, le champ de l'observation a soulevé, comme on voit, des questions nouvelles, imposé un examen de plus en plus approfondi de la structure du sol et du sous-sol, et il s'en est suivi plus d'une rectification des idées auparavant acceptées sur la nature et la marche des agents de transformation. Parmi ces découvertes de notre temps, qui éclairent d'un jour nouveau les formes géographiques, il faut, selon nous, ranger au tout premier plan celle du rapport existant entre les zones terrestres à couches plissées et converties en chaînes de montagnes, d'une part, et les massifs stables et rigides contre lesquels les premières ont été refoulées et froissées par une poussée latérale. Il en résulte que ces massifs résistants, représentés généralement par les plates-formes et les grands plateaux de nos continents, sont précisément côtoyés par les plus hautes chaînes de montagnes. Le mode de distribution des traits orographiques qui dominent la surface de notre planète rencontre donc ici son explication. Les orientations variées, les liaisons, les grandes bifurcations de

l'Atlas, des Pyrénées, des Alpes et des Apennins, des Carpathes, des Balkans, du Caucase, de l'Indou-Koh, de l'Himalaya, avec ses divergences vers la Chine, l'Indo-Chine et l'Insulinde, des Montagnes Rocheuses, de la Sierra-Nevada, de la Cordillère des Andes, se trouvent ainsi justifiées pour la première fois ! Ed. Suess, l'homme de génie à qui appartiennent ces vues magistrales, confirmées par les études de détail, n'a pas méconnu la part dévolue à l'affaissement dans ces grands mouvements de terrains. Ces affaissements sont impliqués dans l'interruption brusque de certaines chaînes, comme dans la disparition partielle ou totale de plusieurs massifs, actuellement ensevelis sous les mers. L'abaissement d'un paquet de roches le long des failles avait été noté des milliers de fois, mais l'extension que le phénomène peut prendre avait échappé aux observateurs, et l'on ne se doutait pas naguère qu'il fallût rattacher à des effondrements les fosses profondes et beaucoup de découpures des mers intérieures de l'Europe, de l'Amérique, de l'Asie et de l'Océanie. Après quoi il est permis de se demander si la chute verticale des compartiments de l'écorce n'égale pas les redressements sous forme de bourrelets montagneux dans le dessin présent du globe (1).

Nous avons assisté, depuis une vingtaine d'années, à plusieurs de ces modifications des doctrines géogéniques, imposées par le progrès des connaissances et dont les corollaires portent directement sur la géographie physique. Un résultat bien acquis à la science, c'est la prépondérance de la dénudation continentale sur l'érosion côtière dans les modifications de la terre ferme, prépondérance qui échappait au coup d'œil de Lyell. Un autre résultat très moderne de l'investigation en Europe comme en Amérique, c'est le rôle capital réclamé par les glaciers proprement dits au détriment de celui des glaces flottantes dans la formation des immenses terrains de transport qui recouvrent le nord des deux continents, et, chez les glaciers eux-mêmes, l'action puissante d'un terme à peine aperçu des premiers glaciéristes, la moraine profonde, à qui l'on doit faire appel pour rendre compte de la composition et de la structure du sol en Scandinavie, en Allemagne, en Écosse, au Canada et aux États-Unis, pour les territoires contigus aux grands lacs.

Il en est de même avec l'action géologique des courants de l'atmosphère. On savait depuis des siècles que les vents transportent les cendres volcaniques à d'énormes distances et qu'ils entassent des mon-

(1) Conf. sur ce point : E. Kayser, *Lehrbuch der Geologie*, Erst Th., pp. 422-428, 1893.

tagnes de sable au milieu des déserts ou le long de certaines côtes; et l'on s'en tenait là. L'idée de leur attribuer un rôle très actif dans la formation des nappes de terres meubles, qualifiées de limon, terres suffisamment perméables, parfaitement appropriées au développement des plantes sous un ciel favorable, et qui recouvrent des millions de kilomètres carrés dans l'ancien et le nouveau continent, cette idée, il y a peu d'années encore, était étrangère aux théories géologiques. A la suite de l'exploration de l'Asie centrale par M. de Richthofen, on a saisi pour la première fois la valeur du transport aérien de la poussière dans l'économie du globe. Appelées de siècle en siècle par les vents d'est et de nord-est dans le bassin du Hoang-Ho, les nuées poussiéreuses l'ont revêtu, sur une énorme épaisseur, de ces fameuses *terres jaunes* qui l'emportent en fertilité sur les terres d'alluvion. Des raisons que nous n'avons pas à rappeler ici décèlent également l'intervention aérienne dans la formation d'une grande partie des limons de l'Europe centrale et occidentale et des deux Amériques (1).

En possession d'idées plus justes sur le mécanisme des changements physiques, les géologues sont plus assurés de leurs inductions quand, après en avoir étudié l'anatomie, ils entreprennent l'histoire d'une région naturelle. Ils apportent ainsi à la géographie savante la méthode et les données qui permettent à cette science de remonter à l'origine des choses qu'elle se contentait de décrire. C'est pourquoi les livres traitant de la géographie physique publiés en Allemagne par Supan, par Günther, par Penck, renferment des chapitres étendus qui seraient à leur place dans un traité de géologie. Le beau livre publié récemment par M. de Lapparent, sous le titre de *Leçons de géographie physique*, est à bien des égards l'œuvre d'un géologue.

Amenée à donner la vraie signification des faits géographiques sur toute la surface du monde, la géologie s'engage dans une carrière pleine de grandeur, mais hérissée de difficultés, et qui réclame plusieurs générations de savants. L'ampleur du domaine à conquérir n'en est pas l'unique raison. Sans insister sur la modification probable de plusieurs de nos vues théoriques au cours d'un inventaire général de la surface des continents, l'application pure et simple des influences dynamiques scientifiquement établies à l'évolution physique d'un pays exigera maintes fois du naturaliste autant de sagacité que de patience, même lorsqu'il se borne aux dernières phases du globe. La difficulté réside dans la superposition des matériaux nouveaux aux matériaux

(1) Conf. Berghaus, *Physikalischer Atlas*, 2e Auf., Nr 4 : Erodierte aeolische Aufschüttung.

d'ancienne date dans tout territoire. Pour éclaircir l'origine et la disposition présente des uns et des autres, on doit communément s'adresser à des facteurs très divers et susceptibles des plus graves oscillations. Car si l'observation des phénomènes actuels est la base de nos inductions les plus certaines, il n'est pas moins avéré que chaque cause modificatrice de la topographie peut changer singulièrement de direction ou d'intensité avec le temps dans le même lieu. Il en découle que l'on ne commente souvent les caractères les plus saillants d'une contrée qu'en partant d'influences très opposées, parmi lesquelles il en est d'entièrement disparues.

Le voyageur qui contemple la physionomie du Sahara algérien, sous son ciel sans nuages balayé par les vents du nord, se rend un compte immédiat de l'absence de végétation, comme de la présence et de l'alignement des dunes de sables ; mais sous de telles conditions climatologiques, il ne s'explique ni la présence d'alluvions desséchées, ni les larges couloirs qui découpent les plateaux, ni le prolongement de ces mêmes plateaux sous forme de buttes isolées et grandioses s'élevant çà et là dans le désert : accidents qui constituent autant de témoins d'un régime très humide et d'une action extrêmement énergique des eaux courantes à la surface de l'Afrique en un temps antérieur (1).

En Belgique, les cours parallèles de la Geete, de la Dyle, de la Senne, de la Dendre, de l'Escaut et de la Lys accusent entre le présent et le passé une discordance analogue. Dans leur traversée du Brabant et des Flandres, toutes ces rivières commencent par couler au nord-est, fait contradictoire avec la pente moyenne du plan territorial actuel, lequel s'incline au nord-ouest vers la mer du Nord.

L'histoire d'un réseau fluvial peut être d'une complication singulière, tant par l'ancienneté de son origine, d'ordinaire très reculée, que par les révolutions qui se sont succédé dans l'atmosphère et par les déformations du bassin qu'il arrose. La reconstitution chronologique de tous ces événements suppose, avec la connaissance approfondie de la géologie du bassin, un tact critique qui n'est pas sans analogie avec celui qu'exige l'interprétation d'un palimpseste. Les hydrographes de nos jours en ont donné de fort bons exemples en retraçant l'histoire de quelques fleuves d'Amérique et d'Europe. On y apprend que tout peut se rencontrer dans l'évolution progressive de certains cours d'eau. Existence de rivières répondant à un relief originaire à demi effacé ;

(1) G. Rolland, *Aperçu sur l'histoire géologique du Sahara depuis les temps primaires jusqu'à l'époque actuelle.* (Bull. de la Soc. géol., de France, 3e série, t. XIX, pp. 247 et suiv.)

formation postérieure d'autres rivières se rattachant aux modifications subies par le relief primitif; capture des rivières les moins douées au point de vue du volume et de la pente par des rivières voisines en possession de plus d'énergie et qui creusent leur chenal avec plus de rapidité; décapitation d'autres rivières dont les eaux de tête s'écoulent dans un sens opposé à celui qu'elles suivirent d'abord; partage d'un affluent, jadis continu, en tronçons désormais indépendants : la plupart de ces vicissitudes se révèlent dans l'hydrographie des Alleghanys et des contrées avoisinant les grands lacs de l'Amérique, comme aussi dans les bassins de la Seine, du Rhin et de diverses rivières d'Allemagne (1).

Si, comme l'écrivit le botaniste Turpin, l'on ne comprend bien les choses qu'à la condition de savoir comment elles sont arrivées, on devine combien de problèmes complexes les investigateurs auront à résoudre avant de nous transmettre l'intelligence de la géographie universelle ! Quoi qu'il en soit de cette longue échéance, la marche des découvertes accomplies touchant l'origine topographique de plusieurs contrées est de nature à encourager. Elle montre que les observations précises faites en un canton sont parfois applicables à des régions tout entières. Elle enseigne aussi qu'en dépit de ses préjugés et de ses tâtonnements immanquables, l'intelligence humaine, grâce à quelques données bien comprises, est ramenée un jour en face de phénomènes dont elle ne soupçonnait pas la portée, et qui éclaircissent du même coup l'origine de beaucoup de pays.

Les recherches concernant le terrain erratique du Nord et sa signification véritable sont des plus instructives à cet égard. Rappelons-en l'histoire en raccourci.

Voilà un terrain qui tapisse les plateaux sur une surface colossale dans le nord de l'Europe et de l'Amérique. Sa dénominatlon rappelle les blocs de roches de provenance exotique qu'on y rencontre à chaque pas. Il a sa topographie et ses paysages, qui ne ressemblent pas à d'autres. En Suède et en Finlande surtout, c'est une région de lacs, d'étangs, de marais alignés vers le sud, entourés de collines formées de granits et de gneiss; collines basses, mamelonnées, polies ou sillonnées de cannelures profondes et de stries : l'extrémité de ces collines tournée vers le nord s'abaissant en pente très douce, tandis que l'extrémité opposée se termine invariablement par une pente raide. Des fragments pierreux de transport, parmi lesquels des blocs de granit de

(1) Conf. de Lapparent, *Leçons de géographie physique*, 10e leçon, pp. 181-205; 24e leçon, pp. 539-563 et *passim*.

la grosseur d'une maison, sont éparpillés sur la surface ou entassés en monticules. Rien de mieux marqué que le parallélisme de tous les traits du paysage : lacs, marais tourbeux, collines mamelonnées, amas de débris sont orientés systématiquement vers le sud. Là aussi apparaissent les accumulations étranges nommées *æsars* par les habitants. Ce sont des levées rectilignes ou légèrement sinueuses, portées à 40, 50 mètres au-dessus du plateau et composées d'argile, de sable, de fragments de blocs. Elles rappellent des chaussées gigantesques, parfois d'énormes remblais de chemin de fer. Elles persistent sur 50, 80, 100 kilomètres de longueur et gardent une allure qui semble indépendante du sol qui les porte. Elles passent avec indifférence sur les renflements et les dépressions de la surface, comme au travers des lacs et des étangs qu'il leur arrive de couper en deux.

Plus avant au midi, les débris superficiels de plus en plus abondants finissent par recouvrir entièrement les terrains cristallins et paléozoïques. On arrive à des collines plus ou moins elliptiques (*Drumlins* des Américains) où intervient une des roches les plus significatives que l'on connaisse en lithologie : l'*argile massive à blocs* ou *Boulder clay* des Anglais. C'est un composé d'argile siliceuse ou marneuse enveloppant, avec la plus grande irrégularité et dans toutes les positions imaginables, des morceaux en partie arrondis, polis et striés, en partie anguleux, des roches cristallines les plus variées.

En Allemagne, cette argile à blocs, extrêmement développée, forme des lits imperméables qui supportent des milliers de lacs et de marais. Elle aboutit à plusieurs zones de collines qu'on peut suivre sans interruption notable sur 1,000 kilomètres de distance entre la Vistule et l'Elbe. Ces collines, aux contours généralement aplatis et arrondis, sont jetées en travers des plaines allemandes de la manière la plus capricieuse. Il en est d'isolées, d'autres sont sinueuses et ramifiées. Le plus souvent elles se séparent pour se rejoindre ailleurs, laissant entre elles des espèces d'entonnoirs, des dépressions sans issue où dorment des flaques d'eau. Le géologue s'aperçoit d'emblée que les facteurs habituels, l'érosion aérienne et l'eau courante, n'ont pas façonné ces allures excentriques. Le réseau très complexe de petites rivières et de ruisseaux qui serpentent entre ces éminences s'est évidemment superposé à un relief auquel il n'a pas contribué. D'où la conclusion que la figure et l'agencement des collines sont originaires. A s'en rapporter à leur disposition générale, on est tenté de les rapprocher des monticules si irréguliers des grandes dunes. Mais cette première impression ne tient pas. On n'a pas affaire à des amas de poussières ou de sables mobiles, mais à des agglomérats confus de sables et de boue entremêlés

à des cailloux, à des fragments rocheux des plus variés, où surgissent des blocs volumineux dont l'origine septentrionale est indubitable.

En somme et à l'embrasser dans l'ensemble, la topographie de l'erratique implique la présence autrefois d'un agent d'excavation, de friction et de transport doué d'une puissance incomparable.

Les premiers savants qui s'enquirent en naturalistes du mystère de ces masses de transport s'aperçurent promptement que les roches fondamentales des pays entourant le golfe de Bothnie y avaient fourni un large contingent. Afin d'expliquer leur dispersion, ils invoquèrent des courants d'eau d'une violence inouïe partis du Nord; une débâcle diluvienne, suivant une de leurs expressions, qui aurait balayé une moitié de notre continent avant l'ère actuelle. C'est ce que pensaient des maîtres de la science, tels que Léopold de Buch, Haussmann, Buckland, d'Aubuisson.

Cependant le terrain erratique portait inscrite dans les détails de sa structure la signature d'un instrument physique : la glace, entièrement méconnu de ces hommes illustres. On la lit dans le polissage des roches, dans les stries gravées sur des milliers de spécimens, comme dans la composition spéciale de l'argile à blocs. Mais en partant des agents physiques qui règnent actuellement en Finlande et en Allemagne, on n'eût jamais débrouillé l'hiéroglyphe. La leçon vint d'ailleurs. Elle arriva de quelques districts de l'Oberland suisse, qu'exploraient alors Agassiz et Charpentier. Des premiers ils signalèrent dans les pierres de l'erratique du Nord des effets mécaniques semblables à ceux que produisent les glaciers actuels des Alpes. Ils provoquèrent une volte-face des théories qui gagna peu à peu l'opinion générale (1).

Il faut convenir en effet que les parois de roches mamelonnées et rayées où sont encastrés les glaciers de la Suisse, de même que les amas confus et si caractéristiques de leurs moraines, sont les analogues incontestables de beaucoup de surfaces rabotées, de beaucoup de collines confuses de l'Europe septentrionale. Mais si l'on compare la

(1) *Untersuchungen über die Gletscher*, 1841, p. 286 — DE CHARPENTIER. *Sur l'application de l'hypothèse de M. Venetz aux phénomènes erratiques du Nord*, BIBL. UNIVERS. DE GENÈVE, nouv. série, t. XXXIX, 1842. Auparavant et dès 1832 (*Leonhard und Bronn's Jahrbuch*, p. 258), un Allemand, A. Bernhardi, avait exprimé, dans une courte note, l'opinion que l'erratique du nord de l'Europe pouvait être l'œuvre d'un glacier s'étendant des régions polaires jusqu'en Allemagne. Conf. *Gletscher Theorie oder Drift Theorie in Norddeutschland.* G. BERENDT. (*Zeits. der Deutsch geolog Gesels.*, t. XXXI. pp. 2-3). Dès 1836, le Suédois Sefström attribuait les stries gravées sur les roches de son pays à la glace. Conf. PENCK. *Die Geschiebe Formation Norddeutschlands.* (OP. CIT., p. 129.)

topographie des contrées, on découvre entre les deux régions un contraste absolu, au premier abord inexplicable. Les glaciers alpins, entourés de montagnes de plusieurs mille mètres d'altitude, sont enchâssés dans des vallées étroites et profondes où sont concentrés tous leurs matériaux de transport; tandis que les produits glaciaires du nord de l'Europe et de l'Amérique s'étalent à la surface de plaines et de plateaux d'une étendue immense et d'un relief des plus monotones. Comme paysage, il est difficile d'imaginer quelque chose de plus opposé que les environs de Zermatt ou d'Interlaken, et ceux de Malmo en Scanie, ou de Dramburg en Poméranie.

Dans l'espoir de concilier ces divergences, on invoque la théorie du *Drift* ou des glaces flottantes, qui régna trente ans dans la science (1). On admet que l'erratique de la Russie et de l'Allemagne a été déposé par des glaces flottantes, émanées des anciens glaciers de la Scandinavie, chargées des roches de ce pays, et qui en fondant déposaient leur chargement pierreux sur le lit d'une vaste mer réduite aujourd'hui aux proportions de la Baltique. Ainsi pensait-on expliquer la dispersion des matériaux glaciaires sur des plaines sans bornes, en même temps que la distance très considérable, plus de 1,000 kilomètres, où gisaient certains blocs erratiques de leur point de départ. Un autre trait physique propre au terrain erratique du Nord semblait aussi trouver son explication dans la théorie du *Drift*. C'est l'insertion habituelle, parmi les matériaux où l'action mécanique de la glace est manifeste, de couches de sable ou d'argiles nettement stratifiées dont il est impossible de nier la formation sous l'eau.

On se trompait. L'examen plus méthodique des masses minérales remaniées par les glaciers du continent, en faisant connaître à la fois leur immense extension et leurs fluctuations plus étonnantes encore à l'époque quaternaire, allait dévoiler le commentaire rationnel du pays erratique.

Le résultat le plus inattendu de l'exploration minutieuse des Alpes suisses et tyroliennes est d'établir, d'après des points de repère incontestables, l'énorme extension qu'y prirent les glaciers à deux reprises

(1) L'idée d'expliquer, à l'aide d'un transport par les glaces flottantes, la position de certains dépôts où l'action glaciaire est visible, mais qui sont situés à une grande distance des glaciers actuels, remonte à Ch. Lyell qui, dès 1835, la mettait en avant pour rendre compte de la distribution des blocs erratiques de provenance alpine disséminés sur les hauteurs du Jura. Peu de temps après, on s'inspira de la même idée pour expliquer la dispersion des blocs erratiques et la plupart des dépôts de transport quaternaires du nord de l'Europe et de l'Amérique. A part Agassiz, Charpentier, Sefström, G. Rose, cette opinion domina tout à fait chez les géologues jusqu'après 1875.

durant l'époque quaternaire ancienne, ces deux phases glaciaires étant séparées par une phase interglaciaire, où prédomina le phénomène de la fusion et durant laquelle les glaces se retirèrent jusqu'au cœur des montagnes. Lors des grandes extensions, le système alpin tout entier fut incrusté par une carapace de glace qui n'était dépassée que par la cime de quelques pics, et qui débordait notamment au sud du Wurtemberg et de la Bavière. Elle rencontrait là un pays de plateaux de moyenne hauteur, où elle épanouissait largement ses moraines profondes et terminales. Après leur disparition, les glaces y abandonnèrent un espace étendu auquel elles avaient imprimé une configuration originale, fort rapprochée de celle des plaines du Nord. C'est une région de lacs et de marais tourbeux enclos de collines ayant la composition des moraines et distribuées en opposition avec les règles habituelles de l'orologie.

Mêmes conclusions des glaciéristes en ce qui concerne la Norvège et la Suède. La grande péninsule du Nord fut ensevelie, comme l'est actuellement le Groënland, sous une coupole de glace atteignant 1,000 mètres et même 1,700 mètres d'épaisseur en certains points. Là aussi on tient les preuves de deux phases d'avance énorme des glaciers, séparées par une période de fusion générale et de recul presque total de la nappe glaciaire. Si lors de ses avances cette nappe conservait un *minimum* de six à sept cents mètres de puissance en abordant les rivages de la Baltique, comme le dit Helland, elle n'a pu s'y arrêter. Elle a comblé et traversé cette mer, dont la profondeur moyenne actuelle ne dépasse pas 67 mètres, d'après Krummel ; et le fossé franchi, l'énorme masse plastique s'étendit sans obstacle sur les bas plateaux et les plaines de la Russie et de l'Allemagne. Dès lors, la plupart des caractères géologiques et topographiques de ces contrées, y compris leur parallélisme habituel, se lient, soit à l'avance des immenses glaciers continentaux qui descendaient lentement autrefois du centre scandinave, soit au recul de ces glaciers et au ruissellement abondant de leurs eaux de fusion (1).

(1) Le géologue scandinave Torell est le premier savant qui, familiarisé avec les terrains de transport du nord de l'Europe, ébranla l'hypothèse du *Drift* et attribua les caractères dominants du terrain erratique de l'Allemagne à l'extension pure et simple d'un immense glacier parti des centres montagneux de la Norvège. C'est à la suite d'une excursion faite en compagnie de Berendt aux calcaires triasiques moutonnés et striés de Rudersdorf, près de Berlin, qu'il se décida à déclarer son opinion à la Société géologique allemande : séance du 3 novembre 1875. (Zeits. d. Deutsche geolog. Gesell., XXVII, p. 961.) Depuis lors, les études de Helland, Berendt, H. Credner, A. Penck, J. Wahnschaffe et d'autres savants, ont fixé définitivement l'explication glaciaire, appuyée sur des observations multipliées faites dans diverses régions de l'Allemagne, depuis la Saxe jusqu'à la mer Baltique.

Or, les recherches persévérantes des glaciéristes scandinaves et allemands prouvent bien qu'il en est ainsi. Les accidents propres à l'erratique de la Suède rappellent entièrement les effets constatés tantôt à la base, tantôt à l'extrémité inférieure des glaciers de notre temps, comme les sables stratifiés qui s'y intercalent rappellent les dépôts de ces mêmes glaciers remaniés par les eaux provenant de la fusion de la glace. Les mêmes accidents se répètent au delà de la Baltique, en Russie et en Allemagne, avec les mêmes caractères, la même ordonnance ; les uns et les autres dérivent nécessairement de causes semblables. Labourage inégal, polissage et rayure du soubassement rocheux ; formation de l'argile massive à blocs par suite du mélange de la boue provenant de la trituration des roches et des fragments de composition variée, les uns transportés de loin, les autres arrachés à très peu de distance ; accumulation des matériaux de transport sous la forme de collines dépourvues d'un agencement régulier : tous ces traits de nos glaciers alpestres se répètent sans exception dans le terrain erratique, Seulement, ils y sont réalisés sur une échelle proportionnée à l'épaisseur, à la largeur, à l'uniformité d'une couverture de glace dont le front se développait sur des milliers de kilomètres.

Les protubérances à pentes douces en amont, raides en aval, les mares d'eau, les tas de boue pétrie de fragments qu'un glacier des Alpes ou du Tyrol met à découvert quand il se replie en arrière au fond de sa vallée, sont la miniature des collines entrecoupées de lacs et d'étangs, des immenses nappes d'argile à blocs de la Suède, de la Finlande ou de l'Allemagne jusqu'au delà de Berlin. Les ruisseaux alimentés par l'eau provenant de la glace fondue et qui circulent en dessous de nos petits glaciers de l'Europe centrale, étaient remplacés jadis au nord par des rivières sous-glaciaires d'un volume considérable. Leurs anciens lits ressortent aujourd'hui sous la forme des longues chaussées des *œsars* (1). Les lits sableux, parfois associés à des débris de plantes et à des restes d'animaux, qui reposent sur les dépôts de la première et de la deuxième époque glaciaire, répondent à la recrudescence du ruissellement qui couvrait presque toute la surface quand

(1) Le mode d'origine assigné à ces formations singulières a été proposé par Holst. Il est accepté généralement par les glaciéristes européens. (Berendt, *Asarbildungen in Norddeutschland.* Zeits. d. Deutsche geolog. Gesell., XL, pp. 683 et suiv.) Les géologues écossais l'adoptent aussi pour leurs *Eskers* (J. Geikie, *The Great Ice Age*, 2e édit., p. 209) ; les Américains, pour les œsars de leur pays, et ils attribuent un mode de formation plus ou moins analogue à leurs *Kames*. (Chamberlin, *Preliminary Paper on the Terminal Moraine of the second glacial Epoche.* Un. St. Geolog. Survey, 3e Rép., pp. 299-300). Il reste toutefois quelques points douteux relativement à la genèse des œsars du nord de l'Allemagne.

la modification du climat amena par deux fois la destruction des grandes glaces.

D'autre part, il est impossible de méconnaître la composition des moraines dans les chaînes des collines qui se suivent à plusieurs reprises entre la Vistule et l'Elbe. Elles constituent les moraines terminales de l'ancien glacier quaternaire. Leur distribution désordonnée correspond précisément à cette origine ; car assujettis à des avances et et à des reculs fréquents, les glaciers déchargent tour à tour leurs moraines en des points différents, et il leur arrive de les jeter un jour au travers des talus formés par les amas antérieurs, laissant dans l'intervalle des creux sans écoulement (Lapparent). Les deux ou trois séries de collines quaternaires de l'Allemagne dessinent donc les étapes et les oscillations prolongées du grand glacier, lors de sa retraite définitive.

Toutes ces conclusions s'appliquent au terrain erratique de l'Amérique comme à celui de l'Europe ; les géologues des deux continents ont contribué à les établir, et l'on peut dire qu'ils se sont tendu la main des deux côtés de l'Atlantique.

En résumé, une région septentrionale distinguée par des caractères spéciaux, et notamment par l'extrême abondance des roches entraînées de très loin, s'offre à l'observation. Les savants, pour l'interpréter, commencent par s'adresser à l'agent de transport le plus général et le plus puissant qu'ils connaissent, à l'eau courante, et ils lui accordent, pour cette occasion, un volume incomparable. Un peu après, des observations faites avec toute la précision scientifique, dans une région éloignée et très différente de la première, accusent un agent matériel et un mode de transport auxquels on ne songeait pas, et dont les signes se retrouvent avec évidence dans la contrée septentrionale. Mais le contraste des conditions topographiques entre les deux régions est porté à ce point qu'il semble impliquer entre elles l'incompatibilité des causes modificatrices de la surface. Naît alors l'hypothèse des glaces flottantes, qui persiste jusqu'au moment où, sous la poussée de données positives de plus en plus nombreuses et étendues, le phénomène glaciaire apparaît dans toute sa majesté aux yeux du savant. La nappe diluvienne de Buckland et de d'Aubuisson est convertie en une nappe, plus grande peut-être, mais faite de glace, qui a laissé ses témoignages authentiques.

Quand Hérodote apercevait les conséquences géographiques de l'apport séculaire des alluvions du Nil, il contemplait un moteur à l'œuvre ; la nature du travail et les résultats étaient sous ses yeux. Nous allons plus loin. Avec la même certitude que le grand historien de la Grèce, nous savons rapporter la figure de plusieurs contrées à des

influences qui ne s'y manifestent plus depuis des milliers d'années ou de siècles, et que l'homme n'a jamais aperçues. On voit alors comment des causes multiples, prochaines ou lointaines, les inégalités et l'altitude des terres émergées, les avances et reculs des mers, les variations du climat, ont travaillé de concert à la richesse de détails, à la diversité pittoresque, au trésor de ressources que possède aujourd'hui notre terre. En progressant dans ces nobles études, on admirera davantage le monde où nous sommes placés parce que l'on en comprendra mieux la préparation et l'adaptation providentielle à la destinée des peuples. Oswald Heer, le célèbre professeur de Zurich, en méditant sur l'enchaînement harmonieux si frappant dans le développement du globe, se rappelait les symphonies de Beethoven, dont l'auditeur, disait-il, n'est pas toujours capable d'apprécier le plan artistique. Bien des siècles auparavant, saint Augustin entendait dans la suite des âges le chant d'un ineffable musicien, *ineffabilis modulatoris carmen*. Heureux, dirons-nous, ceux-là qui, saisis d'admiration devant ce concert des choses créées, s'élèvent d'esprit et de cœur vers l'Artiste invisible et tout-puissant qui en a ordonné les instruments et la marche (1) !

(1) O. Heer, *Le monde primitif de la Suisse*. Traduction française, p. 771. — S. Augustini, *Ad Marcellinum*. Op. II, p. 615A. Ed. Gaume.

A QUOI PEUT SERVIR

UNE

SOCIÉTÉ DE GÉOLOGIE

dans le domaine des Applications pratiques.

NOTICE

SUR LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PENDANT LES

DIX PREMIÈRES ANNÉES DE SON EXISTENCE

PAR

J. HANS,

Ingénieur civil,
Membre du Conseil de la Société belge de Géologie.

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ
39, PLACE DE L'INDUSTRIE, A BRUXELLES

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

1897

TABLE

Pages

INTRODUCTION 3

Travaux de la Société : *A)* Géologie 5

1) Phénomènes géologiques : *a) action du vent* 5
b) action des eaux courantes 5
c) action des eaux de la mer 6
d) action de la glace. . . 6
e) actions chimiques. . . 6
f) actions biologiques . . 6

2) Phénomènes et terrains éruptifs : *a) phénomènes volcaniques* 7
b) phénomènes de dislocation. 7
c) terrains éruptifs . . . 7

3) Lithologie 7
4) Géologie et recherches régionales 7
5) Terrains primaires 9
6) Terrains secondaires 10
7) Terrains tertiaires 10
8) Terrains quaternaires et modernes 11

B) **Paléontologie** 11

C) **Géologie appliquée.** 13

1) Travaux divers 13
2) Hydrologie. 15
3) Agriculture. Phosphates 22
4) Étude des matériaux de construction. 24

D) **Excursions de la Société** . . . 28

E) **Conférences** 31

CONCLUSION. 32

LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PENDANT LES

DIX PREMIÈRES ANNÉES DE SON EXISTENCE

1887 A 1896

INTRODUCTION

Le 17 février 1887, se réunissaient, à Bruxelles, une vingtaine de personnes s'intéressant à la Géologie; elles avaient l'intention de fonder une *Société de Géologie,* ayant son siège social dans la capitale : idée dont l'origine première avait été suggérée à M. *Houzeau de Lehaie* par deux géologues bruxellois : MM. *A. Rutot* et *E. Van den Broeck.* M. Houzeau de Lehaie, qui présidait cette réunion préparatoire, exposa à ses amis dans quelle voie il était désirable de voir entrer la nouvelle Société. Celle-ci ne devait pas s'en tenir aux travaux de Géologie pure; mais elle devait aussi se consacrer aux **applications**, si importantes, de la science géologique. Son but devait consister *à contribuer au progrès de la Géologie dans le sens le plus étendu, à en rechercher les applications industrielles et agricoles et enfin à répandre les connaissances géologiques.*

Dans cette réunion, la Société — dont les premiers fondateurs avaient fait, à l'étranger et en Belgique, un appel qui bientôt amena un ensemble de quatre-vingts adhérents — fut constituée et prit le nom de *Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.* Le 26 février suivant, elle nomma son bureau, adopta ses statuts et, dès le 27 mars, elle commença activement ses travaux scientifiques. Depuis cette époque, la Société n'a cessé d'avoir des réunions mensuelles, sauf pendant les mois d'août et de septembre; une Session extraordinaire appelle alors ses membres en un point intéressant du pays ou de l'étranger. Des conférences de vulgarisation, la plupart illustrées de projections lumineuses, furent organisées dès la première année de nos réunions. Depuis l'origine également, nos

confrères purent assister à de nombreuses excursions géologiques qui leur ont permis d'étudier la constitution du sol de la Belgique et de plusieurs régions de l'étranger.

Dans le but de s'occuper des Applications de la Géologie, il se formabientôt, au sein de la Société, une *Section d'Applications géologiques,* qui tint sa première séance le 15 novembre 1888 et qui, depuis, a abordé de nombreuses questions du plus haut intérêt, concernant spécialement l'Hydrologie et la circulation des eaux, soit en terrains rocheux calcaires, soit en nappes souterraines dans les dépôts meubles. Enfin, cette section institua, le 15 mars 1892, une *Commission* spécialement chargée d'étudier les *matériaux de construction* d'origine belge, employés dans notre pays, ou susceptibles de l'être.

Les nombreuses réunions de la Société et de sa Section d'applications géologiques ont été suivies par un grand nombre de membres; il n'existe pas, en Belgique, d'Associations scientifiques dont la liste de présence, aux séances mensuelles et parfois bimensuelles, soit régulièrement couverte d'un plus grand nombre de signatures (jamais moins de 20 à 25, parfois de 35 à 40 présents et plus); il en est peu également, dont les excursions, d'ailleurs parfaitement organisées, fournissent à leurs adhérents les moyens d'augmenter leurs connaissances avec plus de facilité et d'agrément.

Mais nous ne voudrions pas qu'on puisse accuser notre Société d'immodestie en la voyant faire elle-même son éloge; nous allons donc nous contenter, dans ce qui va suivre, de montrer comment la jeune Société a travaillé pendant les dix premières années de son existence; nous verrons, par ses résultats et productions, si réellement elle a rempli le but que se proposait l'honorable membre qui présidait sa première séance.

Nous examinerons brièvement quelles sont les nombreuses questions qui ont attiré son attention, en signalant successivement ses travaux et ses manifestations dans le domaine de la Géologie, de la Paléontologie et enfin des Applications géologiques.

Avant d'aborder notre sujet, il est de notre devoir de dire que l'activité de la *Société belge de Géologie,* n'eût-elle eu pour résultat que d'initier un nombreux groupe d'ingénieurs, d'officiers et d'industriels aux questions les plus importantes de la Géologie et de leur faire connaître la constitution du sol de la Belgique; n'eût-elle servi qu'à démontrer, aux Administrations publiques ou privées, comme aux particuliers, *à quoi peut pratiquement servir la Science* dans tant de directions différentes, qu'elle aurait rendu un très grand service aux intérêts généraux, locaux et particuliers.

A. GÉOLOGIE

1. **Phénomènes géologiques.**

Si nous parcourons les volumineuses publications de notre Société, nous remarquons, au premier coup d'œil, que bien peu de phénomènes géologiques n'ont pas attiré l'attention des membres, soit dans les séances mensuelles, soit dans les mémoires insérés au Bulletin.

Sans avoir la prétention de tout passer en revue, nous allons en fournir quelques exemples.

a) Action du vent.

L'action de l'atmosphère et notamment la formation éolienne de certains dépôts de limon a, dès 1887, été l'objet d'un travail de M. *Van den Broeck.* Dans une première note préliminaire, M. Van den Broeck communique les observations qu'il a faites sur la formation du limon homogène, *non stratifié,* connu sous le nom de limon hesbayen; observations relevées avec M. Rutot, et d'où il résulte que le phénomène éolien expliquerait clairement le mode d'origine de ces dépôts. Cette question de la formation éolienne a encore été l'objet d'un travail de M. *Van den Broeck* en 1888, puis elle a été reprise par lui à propos d'une étude de M. *Davison,* publiée en 1895, au sujet des accumulations éoliennes déposées sur la neige.

Étudiant le Loess de la Russie centrale et méridionale, M. *Dokoutchaïeff* (voir notre Bulletin de 1892) s'est vu, au contraire, obligé de rejeter l'hypothèse éolienne pour adopter, en ce qui concerne ces régions, l'origine d'une inondation glaciaire, applicable du reste également à la grande masse du limon quaternaire *stratifié* de la Belgique.

b) Action des eaux courantes.

Si nous passons maintenant aux phénomènes produits par l'action des eaux courantes, nous trouvons à ce sujet des travaux importants, notamment les mémoires que M. *van Overloop* a consacrés, en 1890, à l'étude des origines du bassin de l'Escaut, ceux que M. *Lorié* a écrits sur l'ancien delta de ce fleuve, l'intéressante étude que M. *Stainier* a faite, en 1894, du cours de la Meuse depuis l'époque tertiaire. MM. *Van den Broeck* et *Rutot* ont aussi étudié, dès 1888, le rôle dissolvant des eaux courantes et d'infiltrations souterraines, dans une communication sur la formation de certaines vallées d'effondrement et M. *Van den Broeck,* en 1891, a fait une communication des plus intéressantes au sujet de la cataracte du Niagara, qu'il avait pu observer lors du Congrès géologique international tenu à Washington.

L'étude des phénomènes des cavernes fut à plusieurs reprises faite par M. *Ed. Dupont,* qui, en 1893, publia un travail important sur les phénomènes généraux des cavernes dans les terrains calcaires, et sur la circulation souterraine des eaux dans nos massifs rocheux calcaires.

c) Action des eaux de la mer.

L'étude des dépôts marins a été plus d'une fois l'objet de publications dans nos Bulletins. En 1887 M. *Issel* y étudiait les dépôts des grands fonds et en proposait un mode rationnel de classification.

Les travaux de MM. *John Murray* et *Renard* sur les sédiments des mers profondes ont été longuement analysés dans le Bulletin de 1893 ; nous y trouvons un article bibliographique de M. *Daubrée,* enfin M. *Renard* voulut bien nous rédiger un mémoire détaillé donnant l'explication de la carte des sédiments de mer profonde (carte fort intéressante, reproduite dans le recueil de notre Société).

d) Action de la glace.

Quant aux phénomènes glaciaires, on peut trouver dans nos publications plusieurs travaux qui les concernent, notamment le mémoire publié par M. *Stanislas Meunier,* en 1895, sur les causes de l'extension des glaciers dans les temps anciens et la note sommaire qu'il fit paraître la même année sur un mode de striation des roches, indépendant des phénomènes glaciaires ; observations des plus utiles pour éviter aux géologues les confusions faciles à faire dans cet ordre d'idées.

e) Actions biologiques.

L'étude des actions biologiques de l'homme et des animaux sur les dépôts et phénomènes géologiques a donné lieu à des discussions et à des travaux intéressants. Le phénomène corallien, notamment, a été, à plusieurs reprises, l'objet de plusieurs communications de la part de M. *Dupont* qui, on s'en souvient, a mis nettement en lumière l'importance du phénomène corallien dans certains niveaux de roches massives et non stratifiées de nos terrains primaires.

Une étude de M. *Dupont,* publiée en 1892, dans nos Procès-Verbaux, s'est attachée à rechercher si c'est à l'action de l'homme — qu'il a étudiée sous ses diverses faces — ou à l'action des seules forces de la nature qu'il faut attribuer la disparition, dans la faune de nos contrées, de certains grands animaux contemporains de nos lointains ancêtres. L'auteur attribue ensuite à l'*utilisation du feu* par l'homme la valeur du facteur initial de tout son développement ultérieur et

son adaptation facile aux milieux, si divers, du globe terrestre. Cette thèse, bien que contestée ailleurs (à la Société d'Anthropologie de Bruxelles), n'en reste pas moins fort intéressante et digne d'attention.

2. Phénomènes et terrains éruptifs.

Si les phénomènes de la *dynamique externe* ont attiré notre attention, les manifestations si curieuses de la *dynamique interne* n'ont pas échappé à nos études; beaucoup de notices ont été publiées sur les phénomènes volcaniques et notamment sur les récentes éruptions du Vésuve, par M. *Johnston-Lavis,* par M. *Loewinson-Lessing,* et par M. *Rutot* dans son compte rendu de l'excursion que la Société fit dans l'Eifel. Les *tremblements de terre,* tant en Belgique qu'à l'étranger et les appareils servant à les enregistrer, furent l'objet de communications de MM. *de Munck, Fisch, Flamache, Lancaster* et *Sacco,* tandis que l'étude des *affaissements actuels du sol* a été l'objet d'un travail de M. *Van den Broeck,* commentant et expliquant, au point de vue géologique, les curieux résultats obtenus par M. le Colonel *Goulier* pour la France. Citons encore une étude de M. *Lorié,* publiée en 1889, sur l'affaissement du sol des Pays-Bas. Enfin, M. *Van den Broeck* s'est aussi occupé, à l'occasion de ses curieuses études sur les *Mistpoeffers,* ou détonations mystérieuses de la Mer du Nord des relations à chercher entre les dégagements grisouteux et les phénomènes de la météorologie endogène.

3. Lithologie.

Bien que les phénomènes géologiques proprement dits et l'étude stratigraphique des terrains aient fait l'objet du plus grand nombre de travaux de nos membres, on peut néanmoins trouver dans nos publications des travaux de lithologie, notamment de M. *Renard,* sur les silex de la craie et sur certaines roches des îles de l'Océanie ; de M. *Loewinson-Lessing* sur la structure des roches éruptives ; de M. *Stanislas Meunier* sur l'origine du gypse, et un remarquable travail de M. *Klement* sur les conditions de formation, restées jusqu'ici si obscures et si controversées, de la dolomie.

4. Géologie et recherches régionales.

Certes, la partie spéciale où les travaux de notre Société peuvent être consultés avec le plus de profit au point de vue pratique comprend de fréquentes communications ayant rapport à la géologie

régionale. Nombreux sont les documents précis (coupes et puits artésiens) que l'on trouve dans nos mémoires; ces renseignements, dont nul ne pourrait contester l'utilité, sont, grâce à de bonnes tables qui terminent chaque volume, très faciles à retrouver.

Ces renseignements, très détaillés et précis, ont permis, avec les nombreux sondages faits pour le levé de la carte géologique détaillée, de se faire une idée assez nette de l'allure souterraine des couches formant le sous-sol de notre pays. Dès nos premières séances, en 1887, M. *Rutot* esquissa l'allure du sous-sol entre Bruxelles et Ostende, entre la Lys et la Senne. Depuis il contribua largement, avec M. *Van den Broeck,* à l'étude du sous-sol belge, par la publication de multiples renseignements qu'ils purent, l'un et l'autre, obtenir sur la nature et sur les épaisseurs des couches rencontrées par les puits artésiens de la Basse et de la Moyenne Belgique. Les documents relatifs aux puits artésiens de Bruxelles et des environs notamment, spécialement dus à M. *Rutot,* sont extrêmement nombreux dans les publications de la Société.

Comme étude régionale intéressante, nous avons à rappeler aussi le travail que nous présenta, en 1892, notre regretté confrère M. *Ubaghs* sur l'origine des vallées de la région du Limbourg.

L'article 2 du premier chapitre de nos statuts engage nos confrères, non seulement à contribuer en particulier à la connaissance du sol de la Belgique, mais encore à élucider celle des régions pouvant le plus intéresser nos nationaux et il les invite à mettre en lumière leurs richesses minérales et leurs fossiles. Nos collègues n'ont pas failli à cette tâche, qui a particulièrement en vue **le Congo**.

Déjà, dès notre première année d'existence, M. *Zboïnski* nous a adressé une intéressante étude géologique du Bas-Congo, de Banana à Manyanga, mémoire qu'il a accompagné d'une carte géologique fort démonstrative.

M. *Dautzenberg* a étudié, aussi dès 1887, des coquilles marines post-tertiaires, recueillies par l'auteur précédent et sur le gisement desquelles M. *Van den Broeck* avait déjà, d'après M. *Zboïnski,* fourni quelques renseignements.

M. *Dupont,* dans un voyage d'exploration — qu'il a longuement raconté depuis, en 1889, dans son livre intitulé : *Lettres sur le Congo* (Paris, Reinwald) — a eu l'occasion d'étudier non seulement le Bas-Congo, mais le Moyen-Congo, dans la région montagneuse des chutes et des cataractes, qui s'étend jusqu'au Stanley-Pool. A son retour, il a fait à la Société une conférence qui se trouve résumée dans le

tome II (1888) de notre Bulletin. En 1889, M. *Dupont,* en offrant à la Société un exemplaire de l'ouvrage précité, nous fit un exposé synthétique sur les aspects physiques et sur la géologie du Congo.

Enfin un autre de nos confrères, qui a longuement et fructueusement exploré cette partie de l'Afrique centrale, M. le Dr *J. Cornet,* vient, en 1896, de nous offrir sa belle étude sur les dépôts superficiels et sur l'érosion continentale dans le Bassin du Congo, et ce travail sera, à bref délai, complété par l'exposé de ses observations sur la géologie de la partie occidentale de cette contrée, étude que M. Cornet compte spécialement consacrer aux terrains anciens du Congo. Cette partie du programme d'études de la Société a, on le voit, été brillamment remplie par nos intrépides géologues voyageurs.

Si nous passons maintenant à l'*étude des terrains*, nous voyons que chacune des grandes époques de l'histoire de la terre figure d'une manière très complète dans nos mémoires.

5. **Terrains primaires.**

En 1889 et en 1890, M. *Gosselet,* alors Président de la Société, nous a fait étudier sur place les terrains primaires de l'Ardenne; son discours sur la constitution du bassin de Namur, les comptes rendus d'excursions dont s'était chargé M. *Rutot* et la notice bibliographique que celui-ci écrivit sur le grand ouvrage du savant professeur de Lille " l'Ardenne " nous donnent les éléments de la connaissance si intéressante des terrains cambrien, silurien, devonien et du Calcaire carbonifère de notre pays; le compte rendu de l'excursion faite en 1889, aux environs de Namur, sous la direction de M. *de Dorlodot,* et l'exposé remarquable que celui-ci nous présenta de la constitution géologique de la région sud du bassin de la Meuse, à l'Ouest de cette ville, complètent les renseignements que nous avons publiés sur la géologie des terrains primaires. Depuis, d'autres travaux ont trouvé place dans notre recueil, notamment ceux de M. *Dupont* sur les schistes et calcaires frasniens, ainsi que sur notre Calcaire carbonifère et un autre de M. *Cuvelier* sur des points discutés de ce même terrain. Citons encore une étude régionale de M. *Dormal* sur le Devonien. Nous n'oublierons pas de signaler les nombreuses communications que nous a faites M. *Stainier,* qui voulut bien nous exposer, très fréquemment, les intéressantes observations qu'il fit dans le terrain devonien et dans le terrain houiller.

6. Terrains secondaires.

Arrivant à l'ère secondaire, nous avons à signaler de très nombreux mémoires de M. *Rutot* — dont plusieurs en collaboration avec M. *Van den Broeck* — sur différentes assises du terrain crétacé, et ses travaux sur la concordance des terrains secondaires des environs de Mons et de Maestricht. Viennent ensuite ceux de M. *Ubaghs* sur les dépôts maestrichtiens, une note de M. *Pergens* sur l'âge du tufeau de Ciply et une autre de M. *Renard* sur la nature minérale du silex de la craie. M. *Dormal* nous a signalé une faille dans le Crétacé supérieur de la région de Spiennes et nous a donné une bonne étude sur les dépôts jurassiques du Luxembourg.

7. Terrains tertiaires.

Nombreux sont les travaux que quelques-uns de nos membres ont publiés au sujet des terrains tertiaires; dans chaque volume nous trouvons les résultats des recherches auxquelles M. *Van den Broeck* et M. *Rutot* se sont spécialement appliqués. Ainsi, dès le premier volume, M. *Rutot* nous parle de la limite Nord-Est du terrain ypresien, question dont M. *Gosselet* s'occupa également en 1889. En collaboration avec M. *Van den Broeck,* il signala ensuite l'extension des sédiments tongriens sur les plateaux du Condroz et de l'Ardenne; il s'occupa de la série des terrains tertiaires de la Flandre occidentale et du Brabant, et exposa les résultats d'une quantité de sondages et de forages qu'il eut l'occasion d'étudier soit dans les Flandres, soit dans les environs de Bruxelles.

Quant à notre dévoué secrétaire général M. *Van den Broeck*, dont il nous serait impossible, dans ce court rapport, d'analyser les nombreux ouvrages, nous nous bornerons à dire que tous les étages du terrain tertiaire ont occupé son infatigable activité; qu'il nous a successivement entretenu des dépôts pliocènes des environs d'Anvers, de la question du Bolderien, des dépôts oligocènes du Brabant et du Limbourg, et de beaucoup d'autres questions très intéressantes, pour lesquelles il nous donna la primeur des résultats des observations qu'il eut l'occasion de faire dans ses levés de la carte géologique.

Ses études, détaillées et persévérantes sur l'Oligocène belge lui ont permis de nous faire, en 1894, le magistral exposé intitulé: *Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge,* qui résume les derniers progrès de nos connaissances en ce qui concerne les dépôts tongriens et rupeliens de la Belgique.

8. Terrains quaternaires et modernes.

Les terrains quaternaires de la Belgique ont, nous l'avons vu, été l'objet de plusieurs travaux de la part de M. *E. Van den Broeck,* notamment au sujet de l'origine éolienne de notre limon friable, non stratifié.

Durant ces dernières années, M. *Rutot* a bien voulu nous tenir au courant de ses travaux si intéressants sur la constitution du littoral belge et de notre plaine maritime; travaux à la suite desquels il parvint à établir l'âge des couches modernes du littoral et le tracé de l'extension de la mer flandrienne dans nos régions.

Les successions d'états physiques de la Basse-Belgique, dues aux variations du régime fluvial pendant la période quaternaire, ont également été l'objet d'intéressantes recherches de la part de M. *A. Rutot,* qui vient de faire, dans cette voie, des découvertes inattendues.

D'autres de nos membres nous ont fait des communications intéressantes à propos des terrains tertiaires et quaternaires: M. *Stainier* notamment, nous a parlé des argiles des environs de Fleurus, de l'argile plastique oligocène rencontrée à Laroche; M. *de Munck* nous a donné de nombreux travaux sur les dépôts quaternaires des environs de Mons; M. *Erens* nous a fourni un travail sur le mode d'arrivée des roches cristallines contenues dans les dépôts de terrains de transport de la Meuse dans le Limbourg hollandais; enfin, M. *Bayet* nous a présenté des observations nouvelles et d'un haut intérêt sur quelques dépôts tertiaires, peu ou point étudiés jusqu'ici, de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Bien que les travaux de nos membres effectifs aient surtout eu le sol belge pour objet, nous trouvons aussi dans nos publications des mémoires très importants de savants étrangers: entre autres celui de M. *Stanislas Meunier,* sur l'extension des anciens phénomènes glaciaires dans l'Europe occidentale, une intéressante étude de M. *Sacco* sur les rapports géotectoniques entre les Alpes et les Apennins, et divers consciencieux travaux de MM. *Lorié* et *Van Cappelle* sur plusieurs questions de la géologie quaternaire des Pays-Bas.

B. PALÉONTOLOGIE.

Si les questions de Géologie proprement dite ont pris une place prépondérante dans notre Bulletin, les travaux de Paléontologie sont loin de manquer dans nos publications. Les causeries que notre sympathique président M. *Dollo* a bien voulu nous faire, à la plupart de nos séances mensuelles, ont initié les membres les plus assidus aux prin-

cipes les plus élevés de la Paléontologie. En nous exposant, avec la clarté qui caractérise ses explications, ce que c'est qu'une Bélemnite, un Crinoïde, un Brachiopode, un Graptolite, une Éponge, etc., en nous parlant des Poissons vivants et fossiles, de l'évolution, de l'origine d'un grand nombre de Mammifères, en nous initiant à ses idées personnelles, si attachantes, sur la discontinuité et sur le phénomène de l'irréversibilité de l'évolution et d'une multitude d'autres sujets intéressants et d'actualité, M. *Dollo* a fait naître parmi un grand nombre d'entre nous le goût de la lecture des travaux de Paléontologie et nous a mis à même de pouvoir les comprendre. Il ne s'est, du reste, pas borné à nous initier à ces études, car, abordant les sujets les plus ardus, les plus controversés, il a bien voulu publier dans nos Mémoires, avec de fort belles planches, des travaux importants et d'une haute portée, sur les Reptiles et sur les Poissons, principalement sur la phylogénie de ces êtres, dont la généalogie n'a pour lui plus de secrets ; il nous a enfin donné de belles études monographiques sur les Iguanodons, sur les Mosasauriens de Mesvin et de Maestricht, sur le Champsosaure, sur la phylogénie des Dipneustes, sur celle des Siréniens, sur les Tortues fossiles, etc. Inutile d'insister sur l'accueil chaleureux et admiratif fait par les savants et spécialistes étrangers de tous pays à ces remarquables études.

Chacun sait également que c'est sous la direction de M. *Dollo* qu'ont été reconstitués la plupart des *grands vertébrés fossiles* qui font du Musée de Bruxelles l'un des plus riches et des plus intéressants Musées régionaux de l'Europe.

MM. *Nikitin, Picard, Pohlig, Rutot, Ubaghs,* nous ont présenté divers travaux sur la paléontologie des terrains crétacés ; de même, M. *Béclard* a publié dans notre Bulletin divers mémoires paléontologiques, dont l'un, très considérable, et accompagné de superbes planches, très démonstratives, sur les Spirifères du Devonien, dont il a fait la revision détaillée ; M. *Storms* nous a réservé de nombreux travaux descriptifs sur les poissons tertiaires belges et M. *Stainier* nous a offert plusieurs notes sur la faune du Houiller. Rappelons enfin les intéressants travaux de M. *Pergens* sur les bryozoaires crétacés et tertiaires, travaux illustrés de belles planches. N'oublions pas de citer MM. *Bernays, Dormal, Dubois, Dupont, Erens, Gourret, Gabriel, Lechien, Pergens, Pohlig, Sacco, Stainier, Van den Broeck,* qui nous ont, à diverses reprises, fait des communications ayant trait à la Paléontologie. Quant à la paléontologie végétale, elle a été, dans le cours de nos séances, l'objet de plusieurs communications de M. *Bommer* et d'une étude de M. *Hovelacque.* Mettons hors pair la remarquable

étude consacrée, en 1893, par M. *C. E. Bertrand* aux Bogheads à Algues, développant si brillamment sa conférence sur le même sujet.

Il nous serait difficile de ne pas rappeler, pour finir, l'intéressante séance du 26 avril 1892, dans laquelle, en réponse à une objection de M. *Dupont,* notre savant paléontologiste *M. Dollo* a magistralement défendu la thèse que la Paléontologie, en dépit d'apparences parfois contraires, a réussi à consolider la thèse de l'Évolution. Le résumé du Procès-Verbal, tout sommaire qu'il soit, suffit pour attester le puissant intérêt de cette séance, dans laquelle *M. Van den Broeck* a également exposé les rapports existants entre l'émigration et la filiation des espèces, en appuyant ses vues de faits paléontologiques fort démonstratifs.

Dans une séance précédente (en février 1892), M. *Dupont* nous avait fait un exposé synthétique, très complet, des caractères de l'évolution de la faune quaternaire, et ces diverses questions d'évolution et de modifications fauniques ont eu le don d'intéresser vivement les membres de la Société.

C. GÉOLOGIE APPLIQUÉE.

1. **Travaux divers.**

Ayant sommairement rappelé les points principaux qui ont été examinés dans nos séances mensuelles et les sujets importants traités dans nos Mémoires, tant pour la Géologie que pour la Paléontologie, voyons ce que la Société a fait dans le domaine des *Applications de la Géologie.*

Une circonstance, assurément favorable pour la Société, avait précédé, de plusieurs années, l'époque de sa fondation. Depuis 1880, MM. *Rutot* et *Van den Broeck* avaient été chargés, en leur qualité de Conservateurs du Musée royal d'Histoire naturelle, attachés au service de la Carte géologique détaillée, d'étudier d'une manière approfondie la région des dépôts meubles, sableux et argileux, de la Moyenne et de la Basse-Belgique. Ils avaient reconnu que le seul moyen de bien connaître le sol et le sous-sol qu'ils avaient à représenter *simultanément* sur leur carte, était de procéder *par sondages;* mais, frappés de la complication et du poids des appareils peu maniables — même de ceux dits portatifs — alors existants, ils résolurent de rechercher et de faire construire un nouveau type pratique d'appareil portatif et rapide et, avec la collaboration d'un habile forgeron, devenu aujourd'hui spécialiste en la matière, M. *Didion,*

ils y réussirent pleinement. Le succès fut même tel que l'usage de la nouvelle sonde portative et d'exploration rapide se vulgarisa promptement dès que parut la description de l'appareil, fournie par ses auteurs dans le tome II (1888) de notre Bulletin. De nombreux ingénieurs, architectes, explorateurs et géologues, des services géologiques et techniques, des administrations diverses et enfin beaucoup de personnes intéressées à connaître rapidement et sûrement le sol et le sous-sol de régions non rocheuses, non seulement en Belgique, mais dans divers pays européens et à l'étranger, jusqu'en Amérique et au Congo, font couramment usage de la *sonde portative et d'exploration rapide* que firent connaître, dans nos Bulletins, MM. *Van den Broeck* et *Rutot,* sonde dont un modèle encore plus réduit (pesant, au complet, 12 kilogrammes pour 10 mètres de forage et 6 kilogrammes et demi pour 6 mètres) a également été décrit par nos confrères dans nos Procès-Verbaux de 1890.

De tels outils, maniés comme ils le furent par les aides expérimentés et habiles que les deux géologues précités trouvèrent en la personne de leurs chefs sondeurs MM. *Dujardin* et *Wérihasse,* firent une véritable révolution dans l'étude du sol et du sous-sol de nos plaines à dépôts meubles, et il en résulta une foule d'applications techniques, pour lesquelles MM. *Rutot* et *Van den Broeck* furent surabondamment mis à contribution par divers Départements ministériels, par les Administrations communales et provinciales, par des firmes industrielles et techniques, par des entrepreneurs de travaux publics et privés, qui réclamèrent leur concours. Tout l'apport scientifique de connaissances qui en résulta fut déversé dans nos Bulletins, ou communiqué dans nos séances, qui bénéficièrent largement d'un tel état de choses, dû à l'initiative de nos zélés Secrétaires. Aussi ne faut-il pas s'étonner de voir, déjà en 1888, M. *Van den Broeck* nous présenter une étude suggestive et bourrée de faits démonstratifs, que le manque de place seul nous empêche d'analyser ici et intitulée : *A propos du rôle de la Géologie dans les travaux d'intérêt public.* Cette notice démontre clairement ce qu'une étude soigneuse du sol et du sous-sol peut rendre de services, tant aux intérêts généraux que privés, et elle fournit la preuve concluante de la haute utilité des connaissances géologiques dans de multiples questions où l'on oublie trop souvent de les mettre à profit.

M. *Choffat,* en 1889, a fourni également un curieux exemple de cette vérité à propos du creusement d'un chemin de fer sous Lisbonne. La même année, M. *Delecourt-Wincqz* nous signala aussi un autre dispositif, patronné par lui, d'un nouvel appareil portatif de sondage, également fort pratique.

En 1890, M. *Rutot* nous fit connaître — à propos d'une éminence située à Borgh, près Vilvorde, appelée le *Seneka-Berg* et dont la formation, artificielle ou naturelle, était restée problématique — combien la Géologie peut servir et aider à l'étude des conditions de gisement en matière d'Archéologie et d'Anthropologie préhistorique.

En 1891, M. *Choffat* nous a fourni, par l'examen géologique détaillé qu'il a fait de deux projets de chemin de fer à Lisbonne, un exemple vraiment éclatant de l'importance de l'application des données géologiques à l'élaboration des tracés de chemin de fer. Dans le cas étudié par M. Choffat, un déplacement paraissant absolument *insignifiant* entraînait, au point de vue de la diminution des frais et des difficultés, des avantages *considérables.*

La même année, M. *Rutot,* à propos des mouvements irréguliers de tassement restés longtemps inexpliqués, d'une maison à Hal, nous a curieusement montré comment il est parvenu, en une simple séance de sondages, à reconnaître la nature précise des causes qui, pendant des années, avaient vainement exercé la sagacité des experts successifs appelés à résoudre un problème, dont quelques coups de sonde ont révélé les données exactes.

Si dans ces dernières années, il n'a plus été nécessaire de fournir des exemples de l'*utilité pratique de la Géologie appliquée,* c'est que cette thèse a maintenant réuni tous les suffrages de ceux qui suivent les travaux de notre Section d'applications et ceux de nos géologues professionnels.

Passons maintenant à l'*Hydrologie,* l'un des plus fructueux champs d'étude de la *Section d'applications géologiques* de la Société.

2. Hydrologie.

Dès 1887, l'Hydrologie fut chez nous à l'ordre du jour. M. *Rutot* donna l'exemple, dès la première séance mensuelle, après la fondation de la Société, en résumant une intéressante note de M. *Delacroix,* sur l'altération des eaux souterraines par la voie des puits profonds.

M. *Cauderan* examina ensuite les ressources aquifères des environs de Dinant et MM. *Van den Broeck* et *Rutot* nous présentèrent enfin une importante étude, très détaillée tant au point de vue géologique qu'hydrologique, des galeries alimentaires de la ville de Liége.

En 1888, l'*Hydrologie* prit parmi nos travaux un développement considérable et plus de trente communications sur la matière y furent présentées à nos séances. Aussi cet enrichissement força-t-il

la Société à dédoubler ses séances en deux séries, dont certaines, sans périodicité déterminée toutefois, furent exclusivement consacrées tant à l'Hydrologie en général, qu'aux multiples applications pratiques de la Géologie. Notre *Section d'applications géologiques*, si fructueuse en résultats pratiques, se trouvait ainsi constituée.

La Section d'hydrologie fut organisée, comme nous l'avons déjà dit, le 15 novembre 1888. L'élaboration du programme d'études de cette section avait fait l'objet de deux réunions préparatoires, où les questions qui devaient être la base des études d'hydrologie furent discutées et adoptées.

Ces questions, à la rédaction desquelles M. *Verstraeten* se consacra spécialement, se formulaient ainsi :

PROGRAMME D'UNE ÉTUDE HYDROLOGIQUE DE LA BELGIQUE

" 1° Déterminer comment et en quelles quantités les pluies tombent sur nos régions;

2° Quelles proportions s'en écoulent à la surface et quelles proportions pénètrent en terre.

3° Ce que deviennent les eaux qui ont passé en sous-sol : comment elles y circulent et s'y assemblent pour former des couches aquifères plus ou moins puissantes, plus ou moins étendues, libres ou forcées.

4° Quelles élaborations, quelles altérations et quelles pollutions peuvent subir les eaux dans leurs parcours souterrains.

5° Comment, en quelles quantités et avec quelles qualités plus ou moins variables, selon les périodes climatériques ou autres, elles se dégagent des terrains et reviennent au jour ? Quels sont le débit et les caractères des cours d'eau : fleuves, rivières et ruisseaux, ainsi produits.

8° Quelle est l'histoire des modifications et des altérations des eaux courantes dans le passé; quels sont les usages qui les caractérisent, le parti qu'on en tire encore, etc.

9° Quels sont l'origine, le débit, la nature, les propriétés et les variations de nos eaux et de nos sources minérales et quelles sont celles dont l'art médical ou l'industrie pourrait utilement tirer parti. „

On se souvient que ce programme, soumis par MM. les docteurs *Félix* et *Poskin* au Congrès international d'Hydrologie de Paris, en 1889, à obtenu l'adhésion unanime des membres du Congrès.

C'est aussi à la suite de ce Congrès, et d'accord avec lui, que la

Société belge de Géologie prit l'initiative d'envoyer aux Chambres législatives belges une pétition, fortement motivée, demandant d'adjoindre au programme des Facultés des Sciences un *Cours d'Hydrologie générale.* Il y a lieu d'espérer que ce vœu, si justifié, sera écouté quelque jour!

Avant de s'occuper de l'examen de ces questions, la Section entendit, dès sa première séance, la lecture d'un intéressant travail de M. le Dr *Poskin* sur l'origine des eaux minérales de Spa, lecture qui fut suivie d'une discussion contradictoire, à laquelle prit part M. *Van den Broeck,* qui y défendit la thèse d'une origine non interne profonde des sources spadoises. Dans cette même réunion, M. *Moulan* communiqua une note sur le niveau des grandes sources des calcaires de la vallée de la Meuse, et M. *Rucquoy* présenta une note historique et descriptive sur les eaux arsenicales de Court-Saint-Étienne. Pendant l'année 1888 encore, M. *Van Mierlo,* alors ingénieur de la ville de Bruxelles, publia dans nos Mémoires une note sur des projets de distribution d'eau potable à Ostende.

Enfin M. *Poskin,* vers la fin de cette même année, nous a présenté une superbe étude d'ensemble sur les sources minérales de la Belgique ; travail qui énumère en détail environ *120 sources minérales,* réparties dans 80 localités différentes.

MM. *Choffat, Houzeau, Stanislas Meunier, Mieg, Rutot, Verstraeten* et *Van den Broeck* contribuèrent à alimenter ces séances d'hydrologie, qui depuis longtemps ont le privilège de faire affluer les auditeurs à ces réunions spéciales.

Signalons enfin que M. le Prof. *Gosselet* a bien voulu nous autoriser à publier, dans le recueil de nos *Traductions et Reproductions,* ses magistrales *Leçons sur les nappes aquifères du Nord de la France,* dont les données sont si directement applicables à ce qui se passe dans les terrains aquifères de la Belgique.

L'année 1889 fut signalée par sept séances d'hydrologie, consacrées également à une trentaine de communications de l'espèce et pendant lesquelles on examina et discuta au point de vue scientifique, soit géologique et hydrologique, de nombreux *projets de distribution d'eau potable,* notamment pour l'alimentation de l'agglomération bruxelloise. Les projets de MM. Leborgne et Pagnoul, pour l'alimentation des villes de la Basse-Belgique, ceux de M. E. Verstraete relatifs à l'alimentation de l'agglomération bruxelloise par le drainage souterrain de la Hesbaye, donnèrent lieu à des discussions approfondies et furent l'objet de travaux très intéressants de MM. *Rutot* et *Van den*

Broeck, qui nous communiquèrent une étude géologique et hydrologique des régions dans lesquelles les captations d'eau potable devaient se faire. M. *François* publia cette même année une note au sujet de la constitution hydrologique des environs de Rebecq-Rognon, étude faite pour l'établissement d'un projet d'alimentation en eau potable. La nature et l'origine de certaines eaux minérales, notamment de Spontin, de Comblain-la-Tour et de Court-Saint-Étienne, furent étudiées pendant cette même année.

C'est à partir de ce même exercice que l'appui des Administrations publiques et des Communes fut officiellement accordé à notre Société. Celles-ci voulurent bien nous consulter sur plusieurs questions d'intérêt général et, comprenant toute l'importance des services qu'elles pouvaient attendre des travaux de la Société, certaines d'entr'elles nous accordèrent leur appui moral et matériel, en s'inscrivant —grâce à une donation de fr. 400, leur assurant le service indéfini de nos publications — sur la liste de nos *membres à perpétuité.*

C'est dans le même ordre d'idées que les communes de Saint-Gilles et d'Etterbeek nous consultèrent au sujet du choix d'un terrain pour l'établissement d'un cimetière, question qui donna lieu, en 1889, à des remarques, amplement justifiées, de la part de MM. *Rutot* et *Van den Broeck*, sur le rôle, si important, de la Géologie dans la question des cimetières.

Toujours en 1889, la Société fut consultée par M. le Gouverneur du Brabant au sujet de la constitution géologique et hydrologique des régions où devait s'exécuter le projet de drainage de M. Verstraete.

Les travaux et l'autorité morale et scientifique de la Société la firent d'ailleurs s'imposer rapidement à l'attention des pouvoirs publics et des autorités.

L'on se souvient, qu'en juillet 1890, notre honorable membre Protecteur M. *Buls,* Bourgmestre de Bruxelles, et Président de la Commission du *Palais du Peuple,* fit à la Société l'honneur de la charger d'exposer à la dite Commission de quelle manière il y aurait lieu d'organiser la *Salle de Géologie et de Paléontologie* de l'Établissement scientifique projeté. A la séance du 7 août de la même année, MM. *Rutot* et *Dollo* fournirent le texte d'un remarquable Rapport, qui fut approuvé par la Société et transmis en son nom à la Commission gouvernementale, qui l'inséra dans son Étude d'ensemble, sans y rien changer.

Pour revenir au domaine de l'Hydrologie, rappelons que ce fut pendant l'exercice 1889 que furent entamés les travaux préparatoires

de la Carte pluviométrique de la Belgique, que la Société devait publier, quelques années plus tard, sous le haut patronage, et avec les subsides de M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics, ainsi qu'avec l'aide de subsides spéciaux de la Province du Brabant et de la Ville de Bruxelles.

M. *Lancaster* nous présenta une première carte manuscrite des pluies, carte qui fut complétée et mise à jour depuis et dont la publication répondait à la *première question* du programme de la Section d'hydrologie. Éditée avec beaucoup de soin et accompagnée d'un volume donnant les résultats des observations dans les différentes stations du pays, cette carte fut fort remarquablement exécutée, à l'échelle du 400.000e, par l'Institut cartographique militaire.

Le consciencieux travail de M. Lancaster a obtenu d'ailleurs un très grand et légitime succès, tant en Belgique qu'à l'étranger. Il est d'une utilité incontestable pour toute administration ou tout particulier ayant à étudier un projet hydraulique, ou un ouvrage d'art, sur un cours d'eau quelconque ; il forme en outre la base de l'étude hydrologique de tout bassin hydrographique de notre pays. Il est de notre devoir de remercier ici M. *Lancaster* du laborieux travail qu'il a dû fournir pour coordonner et choisir judicieusement les innombrables résultats des observations pluviométriques, et du soin et de la méthode qu'il a mis à faire le tracé des courbes de la carte pluviométrique : la première carte de l'espèce à grande échelle qui ait été publiée en Europe.

Emettons le vœu que la deuxième partie du travail de M. Lancaster ne tardera pas trop à paraître, et à compléter l'œuvre si bien commencée.

Si 1889 a été remarquable par le nombre des séances et des communications de la Section d'hydrologie, la Société n'abandonna pas ces études l'année suivante. Nous remarquons en effet dans nos Mémoires un travail de MM. *Rutot* et *Van den Broeck,* donnant de nombreux documents sur la composition chimique des eaux artésiennes du sous-sol belge. M. *Dupont* y exposa pour la première fois devant nos confrères comment il comprenait la circulation de l'eau dans les terrains calcaires et M. *Van den Broeck* examina au point de vue hydrologique et géologique, le projet de captation des sources du Parc de Modave. Ce projet et d'autres analogues, ainsi que l'étude de la circulation souterraine des eaux dans les calcaires donnèrent lieu plus tard à de nombreuses et intéressantes discussions.

Combien de difficultés et de controverses techniques, administra-

tives et autres pourraient être évitées, combien de frais inutiles d'études d'ingénieurs pourraient être épargnés si la mise sur pied des projets de captation et de distribution d'eau était plus souvent précédée d'une étude spécialement géologique et hydrologique des terrains à drainer et des ressources aquifères qu'elles renferment.

C'est ce qu'a nettement exposé M. *Van den Broeck* dans son étude sur les sources du Parc de Modave, dans laquelle il a montré que la marche rationnelle à suivre dans des travaux de ce genre consiste " à „ s'adresser d'abord à la *Géologie,* qui détermine la structure et les „ relations générales des couches, ainsi que leurs relations avec les „ nappes ou ressources aquifères qu'elles contiennent, qui permet „ de dresser des coupes rationnelles des terrains, de déterminer leurs „ conditions de perméabilité et d'imperméabilité, ainsi que les difficultés qu'elles offriront aux travaux de mine, de fouille, de construction, etc. Vient ensuite l'*Hydrologie,* qui précise le nivellement, „ le fractionnement des nappes, les quantités d'eau disponibles, le „ débit moyen avec les minima. La *Chimie* et la *Bactériologie* doivent „ intervenir ensuite pour déterminer la composition des eaux et les „ variations qu'elles peuvent présenter périodiquement, leur nocivité „ ou leur innocuité au point de vue hygiénique. „

" C'est seulement, ajoute M. *Van den Broeck,* lorsque ces éléments „ sont acquis, que l'*Ingénieur* devrait entrer en ligne pour rechercher „ les conditions d'établissement les plus favorables et les mieux „ appropriées aux données géologiques et hydrologiques. Son projet, „ établi alors sur des bases sûres, peut être livré ensuite aux *Financiers,* aux *Autorités compétentes* et aux *Conseils juridiques,* dont le „ rôle est alors tout indiqué. „

Comme le dit encore l'auteur de ces citations, " il est regrettable „ de constater que c'est généralement *la marche inverse* qui est „ suivie. Il en résulte que des auteurs de projets ont parfois consacré beaucoup de temps et d'argent à élaborer des projets dont „ la base rationnelle faisait défaut, alors que la marche normale „ indiquée ci-dessus leur eût permis de modifier leurs projets de „ manière à les rendre admissibles et aptes à faire l'objet d'un „ examen approfondi. „

Mais revenons aux derniers travaux d'hydrologie publiés pendant cette même année 1890 et signalons que M. le Dr *Félix* publia une note intéressante sur les eaux thermales de Chaudfontaine, et enfin, un projet de drainage du plateau de Nalinnes pour l'alimentation de la ville de Charleroi fut discuté par la Section d'Hydrologie.

En 1891, M. *Stanislas Meunier* nous fit une fort curieuse communi-

cation sur la formation de minerais d'étain dans les dépôts de certaines sources minérales de l'Australasie. M. *Lang* nous a fait ensuite une communication sur l'importante question de l'élimination des matières organiques de l'eau, et M. *Rutot,* enfin, nous a fourni diverses observations relatives à des puits artésiens.

C'est en 1892 que la Section mit à l'étude, d'une manière toute spéciale, la question de savoir *comment s'établit le régime hydrologique dans les masses calcaires;* elle s'occupa également du problème consistant à savoir si l'eau de source susceptible d'être captée dans nos terrains calcaires pourrait suffire à assurer les besoins des diverses agglomérations de la Belgique. Ces questions, d'une portée pratique si capitale, donnèrent lieu, en 1894 et en 1895, à des discussions très approfondies, au cours desquelles MM. *Dupont, Flamache, Putzeys, Rome, Rutot, Van den Broeck, Verstraeten* et *Walin* firent des communications, plus ou moins étendues, relatives aux diverses régions calcaires et rocheuses qui étaient appelées, suivant plusieurs projets en présence, à fournir des eaux alimentaires aux agglomérations de la Moyenne et de la Basse-Belgique. Si les thèses et conclusions défendues furent parfois divergentes, il n'en résulta pas moins de cet ensemble de faits et d'observations ainsi mis en lumière, un progrès considérable dans nos connaissances sur ces importantes questions d'intérêt public. Ces travaux, et notamment l'étude du projet de captation des sources du Bocq, amenèrent nos membres à faire une excursion d'hydrologie dans les vallées de la Lesse, de la Lomme, du Bocq et du Hoyoux, course dont M. *Willems* fit un très impartial compte rendu.

Outre cette question qui, pendant de nombreuses séances, passionna les membres de la Section, d'autres points furent examinés pendant ces mêmes années; M. *Moulan* étudia entre autres les relations qui existent entre la composition chimique et la température des eaux et leur mode de circulation; MM. *Blanchard* et *Stainier* nous firent connaître d'intéressants faits sur la présence de l'eau en profondeur au contact du calcaire; M. *Kemna* nous exposa des observations fort pratiques sur l'action fâcheuse de la gelée dans les distributions d'eau et nous présenta l'analyse de nombreux travaux d'hydrologie publiés en langues étrangères.

M. *Stainier,* en 1894, voulut bien nous autoriser à reproduire l'intéressante étude qu'il avait publiée dans le Bulletin du Département de l'Agriculture et intitulée : l'*Hydrologie envisagée au point de vue de l'Agriculture.*

En 1895, la circulation de l'eau dans les massifs rocheux et la ques-

tion de l'origine des cavernes firent l'objet de travaux développés, et à vues divergentes, de MM. *Verstraeten, Rome, Flamache* et *Van den Broeck.* Une note de M. *Moulan* sur la construction des barrages des réservoirs d'alimentation, la traduction de l'étude détaillée publiée par M. *Chamberlin* au sujet de l'établissement pratique des puits artésiens, de curieuses observations de M. *Losseau* au sujet de divergences de résultats de deux puits voisins à Anvers et une note de M. *Van Overloop* sur l'hydrologie ancienne du bassin de l'Escaut complètent le programme des études hydrologiques de cette année.

Pour 1896 — dont les publications sont en ce moment à l'impression — nous avons à signaler tout d'abord un beau travail d'ensemble consacré par M. *Choffat* aux eaux d'alimentation de Lisbonne, une intéressante dissertation de M. *Kemna* sur la couleur de l'eau, une communication de M. *Gerard* sur la stérilisation électrique des eaux par l'ozone, une étude de M. *Van den Broeck* sur la source thermale de Comblain-la-Tour et enfin une intéressante discussion, à laquelle prirent part MM. *Lancaster, Rutot* et *Van den Broeck,* sur la *pénétration des eaux de pluies ;* question soumise à nos discussions par suite du compte rendu d'un travail de M. *Worré* sur cette matière, encore peu étudiée.

Enfin le volume de 1896 comprend, dans ses Traductions et Reproductions, l'analyse très détaillée, présentée par l'auteur de ces lignes, des compendieux volumes consacrés, de 1888 à 1893, par le Service géologique des États-Unis, à l'importante question des *irrigations,* qui se rattache si intimement à l'hydrologie d'une contrée.

De l'Hydrologie nous pouvons aisément passer à l'*Hydrographie maritime,* pour rappeler que, en 1896, la Société a décidé de patronner et de subsidier la publication, par M. *Van Mierlo,* de sa belle carte d'ensemble de la *Mer du Nord,* œuvre remarquable appelée à rendre les plus grands services. Enfin la Société compte publier, dans son Bulletin, la carte géologique et lithologique de la partie de la Mer du Nord qui borde la côte belge; œuvre en cours d'élaboration et dont les éléments ont été fournis par les nombreux sondages que M. *Van Mierlo* a exécutés en mer, le long de nos côtes.

3. **Agriculture. Phosphates.**

Outre ses travaux d'hydrologie, la Section de science appliquée s'occupa également des *relations de la Géologie et de l'Hydrologie avec l'Agriculture,* sujet que traitèrent avec compétence MM. *Dupont*

et *Stainier,* ainsi que MM. *Rutot* et *Van den Broeck,* qui nous entretinrent à plusieurs reprises de l'utilité et des moyens d'exécution d'une Carte agronomique.

L'année 1890, notamment, vit publier dans notre Bulletin une série importante de travaux de ce genre. C'est ainsi qu'après un exposé préliminaire de MM. *Van den Broeck* et *Rutot* sur la Cartographie agricole en Belgique, M. *Dupont* nous entretint de ses études géologico-agricoles, faites en 1882, à l'occasion du recensement agricole de 1890, puis, successivement, des principales données que la Géologie peut fournir à l'Agriculture, et enfin des pluies considérées dans leurs relations avec certains dépôts géologiques.

M. *Petermann* nous a donné, toujours en 1890, une belle étude sur l'exploration chimique de la terre arable belge, et enfin M. *Rutot* nous a fourni un bon résumé des recherches et conclusions du Prof. *Dokoutchaïef,* sur l'étude scientifique du sol en Russie, au point de vue de l'Agronomie et de la Cartographie agricole. En 1893, notre Bulletin a encore analysé les intéressantes études de MM. *Smets* et *Schreiber* intitulées : Monographie agricole des terrains du Limbourg.

La question des PHOSPHATES n'a pas été oubliée dans nos réunions.

Dès 1888, M. *Ortlieb* s'est occupé des roches phosphatées d'Algérie. M. *Gosselet* nous a, en 1889, autorisés à publier ses Leçons, professées à la Faculté des Sciences de Lille, sur les gîtes de phosphate de chaux du Nord de la France, et nous les avons fait suivre d'une étude résumant les travaux de M. *Lhoest* sur les gisements de phosphates qui, à cette époque, venaient d'être, depuis peu d'années, découverts en Hesbaye.

En 1890, M. *Rutot* présenta une note sur le même sujet, et, en 1894, notre Bulletin fournit, d'après M. *Stainier,* la liste des publications relatives à la bibliographie des gisements de phosphate de chaux de la Belgique ; soit une cinquantaine de numéros.

Au cours de sa réponse à M. *Flamache,* en 1895, sur la question de l'origine des grottes dans les calcaires, M. *Van den Broeck* a été amené à traiter de la question de la disposition des strates et roches phosphatées de la Hesbaye, qu'il a pu soigneusement étudier pendant ses levés géologiques dans cette région, et il est arrivé à des *conclusions pratiques* intéressantes, que l'on pourrait peut-être regretter de voir ainsi perdues dans une étude que son titre n'indique guère comme devant s'adjoindre utilement à la bibliographie des recherches faites sur les dépôts phosphatés de notre pays.

4. Étude des matériaux de construction du sol belge.

Mais les travaux d'application ne se sont pas bornés à l'Hydrologie et à l'Agriculture; une *Commission d'étude des matériaux de construction* fut organisée au sein de la Société et commença ses travaux en 1892, sous la présidence de M. *Berger,* Inspecteur général des Ponts et Chaussées, secondé par M. *Van Bogaert,* Ingénieur des Chemins de fer, Secrétaire de la Commission.

Mais rappelons d'abord que plusieurs gisements de calcaire et de grès, notamment celui de Gobertange, furent l'objet d'intéressantes communications dans nos séances mensuelles. M. *Luyckx* nous a présenté une étude sur le grès calcareux blanc du terrain jurassique du Luxembourg et M. *Lechien* nous a résumé les renseignements acquis jusqu'ici sur les pierres exploitées dans la même région.

M. *Van Bogaert* qui, depuis plusieurs années, était chargé des études préliminaires de la nouvelle gare d'Anvers et qui s'intéressait à la connaissance et à l'utilisation des marbres et des matériaux belges, présenta, le 15 mars 1892, au nom de la Commission, un avant-projet de programme d'études sur les matériaux de construction employés en Belgique, ou pouvant l'être.

Dans ce travail, le Secrétaire de la Commission d'études indique de quelle façon ce travail devrait être fait, en examinant les matériaux tant au point de vue *géologique* (âge géologique, gisement, causes de défauts, etc.), qu'au point de vue *technique* (résistance, propriétés artistiques) et *économique* (prix).

L'Administration des Ponts et Chaussées a bien voulu, avec l'autorisation de M. le Ministre de l'Agriculture et des Travaux publics, aider la Commission dans ses recherches; elle mit à sa disposition les nombreux dossiers qu'elle possédait dans ses archives et les fit compléter par de nouveaux renseignements, que ses fonctionnaires furent chargés de recueillir, tant au point de vue de la statistique détaillée des carrières belges, que de l'état de conservation des matériaux d'origine belge dans les anciens édifices de notre pays.

M. *Van Bogaert* s'est chargé de coordonner ces volumineux documents, et, comme application pratique et d'intérêt général de ses études, le Comité, à l'occasion de la récente création — due à l'heureuse initiative personnelle de notre Secrétaire M. *Van den Broeck* — d'une **Section des Sciences,** adjointe à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897, vient de décider qu'il y organiserait une *Exposition des matériaux de construction provenant du sol belge* et comprenant, outre les matériaux généralement utilisés, qui seront étudiés techni-

quement et géologiquement, celles d'entre nos roches belges *qui pourraient être utilement mises dans la circulation commerciale et industrielle,* ou être employées avec des *extensions d'usage* que le Comité se propose de mettre en lumière : comme par exemple certains de nos beaux marbres indigènes, que l'on a eu le tort jusqu'ici de ne presque jamais employer pour la *grande décoration* intérieure de nos édifices.

Un appel général a été fait par le Comité d'études aux maîtres de carrières et aux fabricants du pays pouvant l'aider dans cette tâche, et l'œuvre en vue se complétera, après l'Exposition, par l'abandon à l'État des éléments destinés à constituer un *Musée technique permanent, à la fois commercial et scientifique,* exclusivement consacré à la nombreuse et belle collection de nos richesses minérales applicables à l'art de la construction et de la décoration monumentales.

Nous reproduisons ici comme annexe le **Programme d'études** du Comité institué au sein de la Société pour traiter cette importante question des " MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION EMPLOYÉS EN BELGIQUE, OU POUVANT L'ÊTRE ".

Sont compris dans le programme les matériaux de construction de toutes catégories, existant dans notre sol, et il sera étendu ultérieurement aux matériaux étrangers employés en Belgique.

Ces matériaux, en tant qu'indigènes, seront envisagés aux points de vue de leur variété, de leur quantité et de leurs propriétés, particulièrement leur résistance à l'action du temps.

Les matériaux étrangers, employés dans nos constructions, seront seulement envisagés au point de vue de la résistance à l'action du temps, à la pression et à l'usure.

*
* *

Les matériaux de construction seront répartis d'abord en deux groupes :

A. Les matériaux non calcaires ;
B. Les matériaux calcaires.

Ces derniers seront à leur tour divisés en :

a. Matériaux calcaires de construction proprement dits :
b. Matériaux calcaires d'ornementation.

Le premier groupe *A* et la première catégorie *a* du deuxième seront ultérieurement l'objet de programmes détaillés. On n'abordera tout d'abord que la deuxième catégorie *b* du deuxième groupe.

***

Les matériaux calcaires d'ornementation à examiner (on en exclurait encore les ciments, etc.) sont les *marbres,* c'est-à-dire les calcaires susceptibles de poli.

On dressera :

a. La liste des marbres employés;

b. La liste des marbres renseignés (non employés ou accidentellement employés).

On cherchera à réunir des uns et des autres des échantillons d'un même modèle.

***

Ces marbres seront ensuite examinés sous les trois points de vue : géologique, technique et économique.

***

L'EXAMEN GÉOLOGIQUE comprendra :

1° L'*âge,* c'est-à-dire la place dans la série stratigraphique;

2° La *composition* au point de vue de l'origine des éléments constituants;

3° L'*état massif, stratifié ou schistoïde* des amas fournissant les matériaux;

4° Le *gisement* en général et en détail, c'est-à-dire les relations stratigraphiques établies au moyen de coupes géologiques pour connaître le gisement des matériaux étudiés, à la fois dans leurs dispositions régionales et dans leurs rapports, bancs par bancs, dans les carrières qui les exploitent;

5° La *distribution géographique* dans le pays et l'évaluation des ressources que chaque variété de marbres y présente comme quantité;

6° Les *règles à suivre* pour déterminer les actions subies par les couches dans les régions à *terrains disloqués;*

7° Les *causes des défauts,* notamment des terrasses, limés, etc.

***

L'EXAMEN TECHNIQUE comprendra :

1° La *résistance* des matériaux, expérimentée :

a) en laboratoire,

b) par les monuments; à l'intérieur de ceux-ci et à l'extérieur;

c) par les affleurements eux-mêmes, montrant l'action des intempéries pendant les temps géologiques.

2° L'étude de procédés pratiques pour déterminer la *nature des éléments constituants,* sur une surface brute ou polie;

3° L'étude des *défauts accidentels;*

4° La *question artistique* aux points de vue :

a) de la détermination des marbres susceptibles d'emploi en grandes plaques ou en petites plaques;

b) de l'existence ou non de marbres statuaires;

c) de la détermination des marbres propres ou impropres à la sculpture d'ornementation;

d) de l'utilité de rechercher des procédés industriels pour rendre les marbres translucides, et d'employer ceux-ci.

*
* *

L'EXAMEN ÉCONOMIQUE comprendra :

1° L'énumération des prix de commerce;

2° La recherche du prix des marbres qui ne sont pas dans le commerce.

La Commission des matériaux a jusqu'ici étudié les mémoires présentés, au Congrès international des matériaux de Zurich, sur les pierres naturelles et sur les ardoises, par MM. Lunge, Grubermann, Tetmayer, Seipp, Hanisch, Brunner et Hauenschield et elle se propose de vérifier sur les matériaux belges les méthodes parfois contestables, lui a-t-il paru, préconisées par certains de ces expérimentateurs. Dès à présent, les membres de la Commission des matériaux ont pu se convaincre que ces méthodes sont incomplètes pour juger, en connaissance de cause, les calcaires compactes du Primaire. Cependant il était bon de savoir dans quel sens des études de ce genre étaient dirigées dans les pays qui nous avoisinent et, des critiques faites par les membres de la Commission, il résulte clairement que c'est surtout par suite de l'absence des lumières et des données *relevant du domaine de la Géologie,* que les techniciens, trop exclusivement cantonnés dans le domaine de leurs connaissances spéciales, sont tombés dans certaines erreurs, qui pourront être évitées par la Commission belge. Elle a tenu, en effet, tout spécialement à faire entrer ses études dans une voie où elles puissent être en connexion intime avec la Géologie et avec ses indispensables données.

D. EXCURSIONS

Nous avons essayé, dans ce qui précède, de donner une idée de ce que la Société belge de Géologie a fait, tant dans le domaine de la théorie que des applications de la science. Voyons maintenant de quelle façon elle a pu initier ses membres à *la pratique de la Géologie* par les nombreuses courses qu'elle a organisées.

Dès le 17 juillet 1887, MM. *Rutot* et *Van den Broeck* organisèrent une excursion géologique à Jette-Saint-Pierre, à l'effet de montrer la constitution des terrains tertiaires, surtout éocènes, des environs de Bruxelles; cette étude fut complétée par une autre excursion à Uccle, Calevoet et Saint-Gilles. La même année la Société étudia également la constitution du Landenien, dans une course qu'elle fit d'Esemael à Tirlemont le 21 août. Enfin une Session extraordinaire eut lieu à Maestricht, où les excursionnistes purent, sous la conduite de M. *Ubaghs,* étudier les terrains crétacés des environs de cette ville; ce qui eut pour résultat d'établir un accord entre les subdivisions adoptées par M. Ubaghs et celles préconisées par les géologues belges.

En 1888, l'étude des terrains éocènes des environs de Bruxelles fut continuée par une course à Anderlecht et Dilbeek. Le 10 juin, sous la conduite de MM. *Dupont* et *Rutot,* la Société se rendit pour la première fois dans les terrains primaires et examina les affleurements de calcaire carbonifère à Onoz-Spy, puis ceux du terrain bruxellien à Vélaine. Le 1er juillet, les membres excursionnistes se retrouvèrent dans la vallée de la Petite-Geete, où M. *Rutot* leur fit examiner la belle coupe classique de cette vallée (terrains landeniens et crétacés).

La session extraordinaire de 1888 eut lieu à Mons, où l'on put étudier en détail, pendant trois jours, avec M. *Lemonnier*, les diverses couches crétacées et tertiaires des environs de cette ville, dépôts si facilement observables grâce aux immenses exploitations de phosphate et de craie qui y ont été creusées.

En 1889, le 7 juillet, la Société, guidée par MM. *Kemna* et *Van den Broeck,* visita les installations hydrauliques de Waelhem, alimentant la ville d'Anvers, puis les briqueteries de Boom.

La session extraordinaire de 1889 eut lieu dans les environs de Namur. M. *Gosselet* y exposa, dans une séance mémorable, tenue à Namur le 14 août, ses idées sur la constitution géologique des Bassins de Namur et de Dinant, et conduisit la Société, le lendemain, à Naninne, Samson et Marche-les-Dames. M. *de Dorlodot* prit, avec autorité la direction de la course du 16 août dans la vallée de Malonne, qu'il avait tout spécialement étudiée depuis longtemps.

En 1890, les membres de la Société visitèrent les 4 mai, 12 juin et 29 juin respectivement, les environs de Tournai, les belles carrières de Quenast et les sources de Modave; puis la Société belge de Géologie eut le bonheur d'être conduite, par M. *Gosselet*, dans la partie des Ardennes à l'étude de laquelle il a, depuis de longues années, consacré, avec une énergie remarquable, toute son érudition et son infatigable activité. Les 7 et 8 septembre, nos confrères furent conduits par l'éminent géologue dans la classique vallée de la Meuse et dans la vallée de la Hulle; ce qui leur donna l'occasion d'étudier rapidement les magnifiques coupes du terrain cambrien et les couches inférieures du terrain devonien.

Pendant l'année 1891, la Société organisa trois excursions, conduites par M. *Dupont;* deux eurent lieu dans le Devonien moyen, des environs de Mariembourg, de Bomal et de Barvaux; la troisième se fit entre Hastières et Waulsort dans le Calcaire carbonifère, enfin une quatrième excursion, guidée par M. *de Munck,* eut lieu dans les environs de Mons, le long du nouveau canal du Centre, à l'effet de visiter l'admirable coupe du Wealdien, à Bracquegnies.

En 1892, les membres de la Société purent de nouveau visiter, avec M. *Dupont,* le calcaire carbonifère des vallées de la Meuse et de la Lesse. Sous la conduite de MM. *Rutot* et *Sturtz,* ils purent également se rendre compte, dans l'intéressante et pittoresque région de l'Eifel, des diverses manifestations du vulcanisme.

Les excursions géologiques, en 1893, furent aussi variées que les années précédentes; M. *Rutot* organisa deux courses dans les terrains quaternaires et tertiaires des environs de Bruxelles et des environs de Tirlemont et de Hougaerde. Notre dévoué Secrétaire, M. *Van den Broeck,* nous conduisit également au Pellenberg près de Louvain, colline classique pour l'étude des dépôts tertiaires oligocènes et pliocènes.

La session extraordinaire devait, cette même année, se tenir à Nancy ; mais la mort inopinée de M. *Wohlgemuth* força la Société à modifier son projet primitif. Celui-ci fut remplacé par une excursion, dirigée par M. *Dupont*, et qui consista en l'étude des vallées de la Lomme, de la Lesse, du Fonds de Leffe, du Bocq et du Hoyoux.

L'année 1894 permit à nos confrères de se rendre pour la première fois dans les terrains jurassique et triasique ; une excursion de plusieurs jours, fort bien dirigée par M. *Dormal,* eut lieu dans les environs d'Arlon. M. *Stainier* voulut bien, cette même année, conduire la Société dans la charmante et classique vallée de l'Orneau et deux excursions complémentaires pour l'étude de la circulation des eaux

dans les massifs calcaires de la Famenne et du Condroz, eurent lieu aux grottes de Han, de Rochefort et aux pertes de la Lomme, sous la conduite de M. *Dupont*.

L'année 1895 nous retrouva nombreux dans le Nord de la France et dans le Boulonnais, où notre ancien président, *M. Gosselet,* nous conduisit, pendant une semaine, dans les terrains primaires et secondaires, si intéressants, de cette région.

Au mois de juillet de la même année, M. *Van den Broeck* nous conduisit au Bolderberg et à Waenrode et, en présence de membres étrangers tels que MM. *Dollfus* et *Lorié,* et d'invités étrangers à la Société tels que MM. *Lohest* et *Vincent* — venus spécialement pour examiner le bien fondé de ses vues au sujet de l'âge miocène du Bolderien de A. Dumont — il nous convainquit de l'exactitude de ses interprétations et du bien fondé de la solution qu'il a fournie du gros problème stratigraphique dont les dites localités fournissent la clef.

La session extraordinaire de 1896 fut parfaitement organisée par MM. *Rutot* et *Van den Broeck ;* il nous fut possible, et le plus commodément du monde, d'étudier en quelques jours le Tertiaire des environs de Tongres et de Bilsen, le Crétacé de la vallée du Geer, le célèbre gîte d'Elsloo, avec son Miocène bolderien et son intéressant Quaternaire des bords de la Meuse, dans lequel M. *Erens* nous fit constater la présence abondante des roches cristallines qu'il a si bien étudiées dans ces parages. M. *Holzapfel* voulut bien, ensuite, nous montrer les terrains crétacés des environs d'Aix-la-Chapelle, et en profita pour annoncer incidemment aux excursionnistes son intéressante *découverte du granite sur le territoire belge,* dans la vallée de la Helle, près de la frontière prussienne. La session se termina par une course aussi intéressante que pittoresque, remarquablement organisée et dirigée par M. *Sturtz,* aux bords du Rhin, dans le massif volcanique des Siebengebirge, dont les splendides carrières de basalte firent sensation, non moins que les étonnants amas de lignites de Roddergrube, près Brühl.

Ces excursions avaient été précédées par une course de deux jours dans les terrains primaires de la vallée de la Senne, parfaitement conduite par MM. *Cuvelier* et *Paquet.*

En indiquant brièvement une partie des courses géologiques que nous avons faites, nous n'avons pas insisté sur la manière essentiellement pratique dont nos dévoués Secrétaires les organisent. On peut difficilement se faire une idée de ce que demande le déplacement de beaucoup de personnes dans des contrées où la question de loge-

ment et de nourriture est loin d'être commode, et combien il faut de travail, de recherches, de courses préparatoires, pour que les excursionnistes voient le plus de choses possible avec le minimum de fatigue et de perte de temps.

Aussi est-il de notre devoir de remercier ici, non seulement MM. *Rutot* et *Van den Broeck,* mais encore tous ceux qui ont accepté la tâche ingrate de conduire la Société dans les parties si nombreuses du pays et de l'étranger.

E) CONFÉRENCES

En dehors des séances mensuelles, des conférences ou des causeries, souvent accompagnées de projections lumineuses, ont été données par divers membres de la Société.

C'est notre premier président, M. *Houzeau de Lehaie,* qui a, dès nos débuts, ouvert la voie, en donnant une conférence sur la *Géologie, son but, ses méthodes et ses applications,* puis, en 1892, une autre conférence sur la *Circulation de l'eau à la surface du globe et ses effets.*

Plus tard, notre savant confrère M. *Renard* nous a exposé divers sujets de lithologie et notamment les résultats de ses recherches sur la formation des silex, sur celle des phosphates de chaux, etc.

Ensuite M. *Dollo,* devant un nombreux public, nous a parlé de *l'Évolution du cheval,* des *grands animaux éteints* et de *la Vie aux grandes profondeurs de l'Océan.*

M. *Van den Broeck* nous a parlé des *Volcans* et en particulier du *Vésuve ;* il nous a exposé ensuite le mécanisme du creusement de la *Cataracte du Niagara.*

Puis est venu le savant botaniste français, M. *C. Bertrand,* professeur à la faculté des sciences de Lille. Dans une conférence qui a fait sensation, il nous a fait pénétrer dans les mystères de la formation de certaines houilles spéciales appelées *Boghead.*

A diverses reprises, M. *Rutot,* grâce aux vues photographiques prises dans nos excursions, nous a permis de revoir les points principaux où nous sommes passés, a fait revivre d'agréables souvenirs tels que ceux de l'Eifel, de la région de Han et de Rochefort, etc.

D'autre part, M. *Rutot,* dans une causerie intitulée : *la Mer,* nous a montré, par projections électriques, les différents aspects des côtes, leurs transformations; puis des impressions de vagues, de tempêtes, de calme, d'effets de nuages sur mer, etc.

Rappelons encore, pour terminer, la conférence faite par M. *Dupont* à son retour du Congo, l'intéressante conférence de M. l'abbé

Schmitz sur la *Formation de nos couches de houille* et celles données par notre excellent confrère M. *Kemna* sur *les Foraminifères* et sur *P.-J. Van Beneden et ses travaux.*

Enfin, ajoutons qu'en 1892, six fructueuses visites ont été faites aux belles collections du Musée Royal d'Histoire Naturelle, sous la conduite de MM. *Dupont, Dollo, Van den Broeck* et *Rutot.*

CONCLUSION

En terminant cette courte notice, qui montre la prospérité de notre Société au point de vue de la variété et du nombre des questions traitées, de l'importance que les Applications de la Science ont pris dans ses travaux, nous croyons utile de rappeler l'accueil sympathique qu'elle a reçu dans tous les milieux où l'on s'occupe de science.

De quatre-vingts membres qu'elle comptait en avril 1887, peu après sa fondation, notre Association comprend aujourd'hui un premier groupe de trois cent cinquante et un noms, tant comme membres *effectifs* (305) que comme membres payants *associés régnicoles* (46); la liste de ses membres *honoraires* vient y adjoindre 45 des plus grands noms de la science géologique en France, en Allemagne, en Angleterre, en Italie, en Autriche, en Russie et aux États-Unis. Enfin, un troisième groupe de 23 membres *associés étrangers* vient, avec l'adjonction d'un membre protecteur — qui est le Bourgmestre de Bruxelles — porter à **420 le nombre total de ses adhérents.**

Nous échangeons les recueils de nos procès-verbaux et de nos mémoires — dont les éléments réunis constituent le Bulletin — avec la plupart des Sociétés géologiques des cinq parties du monde, avec les grandes Institutions scientifiques, gouvernementales ou privées, du monde entier. Des cadeaux vraiment princiers, émanant des plus éminents Corps savants, comme l'Institut de France, par exemple, ont, en enrichissant la bibliothèque de la Société, montré de quelle haute estime jouit celle-ci dans le monde savant. Enfin cette bibliothèque, enrichie des dons particuliers de beaucoup de ses membres belges et étrangers, comprend déjà des milliers de volumes, dont le catalogue détaillé sera bientôt établi et qui peuvent, en tout temps, être consultés, au dehors, par tous ses adhérents des diverses catégories précitées.

Il nous serait difficile de citer ici tous ceux qui, comme membres du Conseil ou de Comités spéciaux, ont contribué au développement et au succès de la Société ; mais nous devons cependant remercier nos présidents MM. *Houzeau, Gosselet, Dupont, Jottrand* et *Dollo*

— qui chacun, pendant les deux années réglementaires, ont conduit nos débats avec tant de tact et de bienveillance — du zèle qu'ils ont dû déployer pour conduire en dix ans la Société belge de Géologie au point où elle est maintenant arrivée. N'oublions pas aussi de remercier MM. *Béclard* et *Gilbert,* qui ont accepté la tâche ingrate, mais cependant indispensable pour son existence même, de gérer nos finances et qui ont réussi, grâce à leur sage administration, à augmenter d'année en année nos ressources, toujours si avidement absorbées cependant par nos publications.

Nous devons une vive reconnaissance à M. *A. Rutot,* qui s'est chargé, depuis l'origine de la Société, de la difficile mission de la mise au point et en état de publication de nos planches et des nombreux dessins compris dans le texte de notre Bulletin.

Qui saura jamais le nombre de croquis défectueux ou inutilisables envoyés par tant d'auteurs à qui l'art du dessin est peu familier, qui se sont transformés ou vus remplacer par son crayon habile et jamais lassé, en ces belles et nombreuses illustrations qui ornent et commentent si utilement nos travaux. Sur les 500 dessins du texte que contiennent nos dix premiers volumes, près de 400 certainement sont dus, sous leur forme définitive, à la plume ou au crayon de M. *Rutot.*

C'est là un service inappréciable, dont, avec tant d'autres, nous avons le devoir de remercier vivement le zélé Secrétaire de notre Section d'application.

Mais notre gratitude doit surtout aller à notre dévoué Secrétaire général, M. *Van den Broeck.* Comme tous nos Présidents se sont plu à le reconnaître dans leurs rapports annuels, c'est en grande partie à son activité qui, depuis dix ans, ne s'est jamais ralentie, que la Société doit son existence, son développement et sa vie.

On peut difficilement se faire une idée des multiples occupations qu'exige le service du Secrétariat d'une organisation comme la nôtre; de la besogne souvent fastidieuse qu'il faut fournir pour assurer la marche de tous les services, pour les publications, les séances et les excursions. Aussi devons-nous le remercier de tout cœur de bien vouloir donner à notre Société un temps qu'il pourrait, si avantageusement pour ses intérêts scientifiques, consacrer à ses travaux personnels, auxquels les multiples occupations du Secrétariat ne lui permettent guère de se livrer avec les facilités que lui laisserait moins de dévouement aux intérêts et à la prospérité de la *Société belge de Géologie.*

J. Hans,
Membre du Conseil de la Société.

Bruxelles, le 7 février 1897.

TABLEAU DE STATISTIQUE SYNTHÉTIQUE

des nombres annuels et totaux de Séances, Excursions, Travaux divers et des membres de la Société

PENDANT LA PREMIÈRE PÉRIODE DÉCENNALE : 1887 à 1896

Années		Séances				EXCURSIONS	Nombre des Membres					Nombre des travaux publiés					Planches et figures		Nombre de pages publiées				
Exercices	Tomes	de Géologie	d'Applicat^ion	Ass. générale	Totaux		Honoraires	Associés étrangers	Effectifs	Assoc. payants régnicoles	Totaux	Communications succinctes ou résumées	Travaux insérés dans les Proc.-Verb.	Mémoires	Traductions et Reproductions	Totaux	Planches	Figures	Pr.-Verb.	Mémoires	Traductions et Reproductions	Tables, Listes et Divers.	Totaux
1887	I	9	0	3	12	4	53(1)	22	179	37	191	37	12	17	„	66	11	46	252	294	„	82(2)	682
1888	II	10	1	1	12	4	51	23	250	36	360	38	33	22	1	94	13	42	508	406	48	44	1006
1889	III	12	7	1	20	3	51	24	300	40	415	42	30	26	3	101	15	65	544	524	32	50	1150
1890	IV	11	3	1	15	4	51	21	310	41	423	29	20	17	„	66	11	31	268	300	„	36	604
1891	V	10	0	1	11	4	50	21	297	44	412	16	20	10	„	46	8	6	210	200	„	34	444
1892	VI	9	2	1	12	3	50	22	285	42	399	16	23	10	„	49	6	70	288	258	„	34	580
1893	VII	9	3	1	13	4	50	23	294	43	410	20	28	11	„	59	13	57	320	380	„	32	732
1894	VIII	10	4	1	15	5	49	22	286	43	400	29	17	12	5	63	9	48	284	204	56	38	582
1895	IX	9	2	1	12	3	49	23	292	46	410	27	23	14	1	65	15	62	214	466	48	44	772
1896	X	8	2	0	10	3	46	23	305	46	420	15	20	14	3	52	15	70	260	300	50	100	710(3)
Totaux	10	97	24	11	132	37	Au 1er février 1897				420	269	226	153	13	661	116	497	3148	3332	234	494	7208

(1) Dans les totaux de cette colonne est compris chaque année un membre protecteur : M. le Bourgmestre de Bruxelles.

(2) La colonne « divers » de la première année comprend l'impression des Statuts : cette même colonne pour 1896 comprend les textes spéciaux relatifs au " Décennaire „.

(3) Le calcul des pages d'impression de 1896 est approximatif, ce volume n'étant encore qu'en partie imprimé.

EXTRAIT DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE
DU 17 FÉVRIER 1897

DISCOURS DE M. L. DOLLO,

Président de la Société,

PRONONCÉ A L'OCCASION DE LA CÉLÉBRATION

DU PREMIER DÉCENNAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Messieurs,

Nous voici donc arrivés encore au jour anniversaire de la fondation de notre Société, — et, cette fois, après dix années d'exercice.

Comme le fit remarquer, jadis, avec beaucoup de raison, dans un de ses fameux discours à l'Académie de Berlin, l'illustre physiologiste Dubois-Reymond, c'est là une date qui ne nous préoccuperait pas d'une manière spéciale, — si la nature ne nous avait donné dix doigts.

En effet, il ne saurait y avoir de doute là-dessus, c'est bien sur son propre corps que l'homme a puisé l'idée de la numération décimale, — et si, de même que les chevaux, nous n'avions qu'un seul doigt à chaque main, il est infiniment probable que nous nous réunirions tous les deux ans, et non à chaque décade, pour célébrer d'abord devant un tapis vert, ensuite autour d'une nappe blanche, le retour du jour anniversaire de la fondation de la Société.

Résisterions-nous à un pareil régime? Je ne sais. Quoi qu'il en soit, puisque la Nature en a décidé autrement, occupons-nous de notre premier Décennaire.

La pensée qui vient immédiatement à l'esprit, en cette circonstance, c'est de revoir ensemble, avec quelque détail, le chemin parcouru, de résumer ici les travaux que nous avons accomplis pendant les dix dernières années.

Mais cette tâche, par le fait même que nous avons beaucoup travaillé (qu'il nous soit permis de nous rendre cette justice!), n'est ni aussi simple, ni aussi facile qu'on serait tenté de l'imaginer tout d'abord.

C'est pourquoi je suis heureux de pouvoir vous annoncer qu'un de nos amis les plus dévoués, M. l'ingénieur *Hans,* membre du Conseil de la Société, a bien voulu s'en charger et, après y avoir consacré beaucoup de temps, l'a menée à bonne fin.

La notice de M. Hans, précisément parce qu'elle est très complète, est malheureusement trop étendue pour qu'il soit possible d'en donner lecture en séance; mais vous venez de la recevoir et vous pourrez ainsi en prendre aisément connaissance.

Que me reste-t-il à faire, dès lors? A vous présenter un résumé fort bref de nos travaux, en me bornant aux grandes lignes.

Rien n'est plus facile que de former des projets. Rien de plus difficile que de les réaliser, surtout s'ils ont quelque ampleur.

Or, en 1887, nous avons conçu des projets variés; nous nous sommes promis d'exécuter bien des choses.

Dans quelle mesure avons-nous su atteindre les buts divers que nous avions en vue?

Le moment de répondre à cette question est arrivé.

L'article 2 de nos Statuts s'exprime ainsi :

" Elle (la Société) a pour but de concourir aux progrès de la Géologie et de toutes les sciences qui s'y rattachent, en y comprenant notamment la stratigraphie, la paléontologie, l'étude des roches et des minéraux et celle des phénomènes physiques de la nature qui interviennent dans la formation des dépôts, dans la distribution des êtres, etc.

„ Elle cherchera à contribuer en particulier à la connaissance du sol de la Belgique et de celui des régions pouvant le plus intéresser ses nationaux, et à mettre en lumière leurs richesses minérales et leurs fossiles.

„ Elle a encore en vue de propager le goût des recherches géologiques et paléontologiques, en faisant apprécier l'utilité pratique de la géologie et en développant ses applications économiques, surtout dans la voie de l'hydrologie, limitée toutefois à l'étude et à la recherche des ressources en eaux potables, minérales ou industrielles. „

De tout cela, qu'avons-nous fait?

A tout seigneur, tout honneur. La Géologie proprement dite a reçu notre plus sérieuse attention, et nous pouvons affirmer, sans crainte d'être démentis, que nous avons largement contribué à ses progrès.

Les *causes actuelles,* d'où, depuis Lyell surtout, on fait dériver

l'explication du passé de notre globe, ont occupé un grand nombre de nos membres. Je ne puis les citer ici. Mais vous trouverez leurs noms dans la notice de M. Hans.

Il y a, dans notre recueil, des travaux sur l'action du vent, sur celle si variable des eaux courantes, sur celle de la glace, sur les sédiments marins actuels, sur les îles coralliennes, sur le vulcanisme, les tremblements de terre, les bruits mystérieux de la mer, etc.

La *stratigraphie* des terrains primaires, secondaires, tertiaires, quaternaires a fait aussi l'objet de nombreuses recherches. Et il ne s'est pas agi seulement ici d'une sèche énumération de couches et de leurs subdivisions (qui constitue, cependant, la base des plus hautes déductions), mais souvent, au moins, de véritables synthèses, faisant revivre les époques disparues jusque dans les profondeurs les plus lointaines de l'histoire de la terre.

Dans cet ordre d'idées, la Belgique, plus que toute autre région, a été le sujet de prédilection de nos confrères. Mais nous ne nous sommes pas bornés là, et jamais nous ne nous sommes désintéressés de l'Etranger, surtout quand on nous présentait des travaux d'une portée un peu générale.

A ce propos, permettez-moi d'appeler votre attention sur ce fait que le *Congo,* discrètement visé par notre article 2, n'a pas été négligé : plusieurs mémoires ont été consacrés, dans notre Bulletin, à la future colonie belge !

La Paléontologie, elle aussi, a été très cultivée : paléontologie pure et paléontologie stratigraphique; paléontologie animale et paléontologie végétale; paléontologie des Vertébrés et paléontologie des Invertébrés.

La Lithologie, à son tour, est représentée dans nos recueils par des travaux de pétrographes belges et étrangers. Et ici, non plus, la variété ne manque pas, car, à côté de recherches sur les roches éruptives, nous en avons d'autres sur les roches sédimentaires.

Cependant, si la Société a atteint son but dans la voie de la Science pure, on peut dire qu'elle a trouvé son véritable triomphe dans celle des Applications.

C'est là la cause de son brillant succès, et je me sens d'autant plus à l'aise pour le dire que, par la nature de ma spécialité, je n'ai pas été appelé à y contribuer.

La recherche des eaux potables, minérales ou industrielles, — le tracé de lignes de chemins de fer, — certaines questions d'expertises ayant rapport au sol ou au sous-sol, — l'établissement de cimetières, — les matériaux de construction, — la carte pluviométrique,

— la carte agricole, — l'hydrographie maritime, — les gîtes minéraux, — etc., tous ces points de vue si variés, et bien d'autres encore, ont été traités de main de maître dans notre recueil. Grâce à vos soins, ils sont devenus, au moins en partie, des applications de la Géologie.

La DIFFUSION de la Science, dans le domaine réservé à notre activité, a également été l'objet de toutes nos préoccupations.

Rompant avec d'anciennes pratiques, nous avons remplacé la lecture monotone de travaux techniques par un exposé verbal élémentaire, quitte à insérer dans notre Bulletin les mémoires originaux *in extenso* et dans la forme qui convient aux spécialistes.

Nous avons aussi organisé des conférences, des visites au Musée, des excursions, — le tout, d'un caractère toujours élémentaire, — laissant aux géologues professionnels le soin de résoudre entre eux les points épineux sur le terrain.

Et ainsi, nous avons appelé un très grand nombre de nos membres, quoiqu'engagés dans d'autres carrières, à s'intéresser vivement aux travaux de la Société. Or, il faut bien le dire, c'est encore là une des causes essentielles de notre succès. Il est presqu'inutile de rappeler ici, à ce propos, combien nos séances sont suivies.

Enfin, nous avons collaboré en corps au Projet de Palais du Peuple, qui semble vouloir ressusciter.

Je m'arrête, car je vois que, malgré ce que j'ai dit tantôt de la difficulté de réaliser des projets un peu vastes, nous avons exécuté la majeure partie de tous ceux que nous avions en vue. Et si l'on cherchait bien, on découvrirait peut-être que nous avons encore fait quelque chose de plus. Mais qui veut trop prouver, ne prouve rien. Contentons-nous donc de constater que nous avons atteint notre but, tel que nous l'avions défini lors de la fondation de la Société, et nous pouvons le faire avec quelque fierté, car, à l'origine, l'avenir n'était rien moins que rassurant.

Si, maintenant, nous recherchons les causes qui nous ont conduit à la victoire, nous n'hésiterons pas longtemps : en dehors de l'action personnelle puissante de quelques membres auxquels nous rendrons hommage dans un instant, nous la trouverons dans le travail et la bonne volonté de tous !

En ce qui regarde la prospérité de notre Société, là, non plus, nous n'avons pas à nous plaindre : partis avec 80 membres, nous sommes aujourd'hui 420 !

Cependant, si brillante que soit la situation, il ne faut pas se le dissimuler : sans l'appui des pouvoirs publics, il ne nous serait pas

possible defaire paraître avec honneur nos nombreuses publications. Aussi espérons-nous que cet appui ne nous manquera pas plus dans l'avenir que dans le passé. La grande part que nous faisons aux *applications* de la Géologie dans nos recueils justifie, d'ailleurs, largement les subsides qui nous sont accordés.

Nos publications paraissent aussi régulièrement que les circonstances le permettent, et les nombreux échanges qui nous ont été spontanément accordés témoignent de l'estime dont elles jouissent dans les milieux compétents.

Avant de finir, il me reste, Messieurs, un agréable devoir à remplir. Je parlais tantôt du travail et de la bonne volonté de tous. Mais, comme vous le savez, ces éléments, tout indispensables qu'ils soient, ne suffiraient pas à faire marcher la machine.

Il faut encore l'action personnelle de quelques individualités actives et enthousiastes, qui peuvent et veulent bien nous consacrer le meilleur de leur temps.

Aussi, je suis persuadé que vous souscrirez volontiers à ces lignes de la notice de M. *Hans,* que je ne saurais mieux faire que de reproduire ici :

" Nous devons une vive reconnaissance à M. *A. Rutot,* qui s'est chargé, depuis l'origine, de la difficile mission de la mise au point et en état de publication de nos planches et des nombreux dessins compris dans le texte de notre Bulletin.

„ Qui saura jamais le nombre de croquis défectueux ou inutilisables envoyés par tant d'auteurs à qui l'art du dessin est peu familier, qui se sont transformés ou vus remplacer par son crayon habile et jamais lassé, en ces belles et nombreuses illustrations qui ornent et commentent si utilement nos travaux. Sur les 500 dessins du texte que contiennent nos dix premiers volumes, près de 400 certainement sont dus, sous leur forme définitive, à la plume ou au crayon de M. *Rutot.*

„ C'est là un service inappréciable, dont, avec tant d'autres, nous avons le devoir de remercier vivement le zèlé Secrétaire de notre Section d'application.

„ Mais notre gratitude doit surtout aller à notre dévoué Secrétaire général, M. *Van den Broeck.* Comme tous nos Présidents se sont plu à le reconnaître dans leurs rapports annuels, c'est en grande partie à son activité qui, depuis dix ans, ne s'est jamais ralentie, que la Société doit son existence, son développement et sa vie.

„ On peut difficilement se faire une idée des multiples occupations qu'exige le service du Secrétariat d'une organisation comme la nôtre; de la besogne souvent fastidieuse qu'il faut fournir pour assurer la

marche de tous les services, pour les publications, les séances et les excursions. Aussi devons-nous le remercier de tout cœur de bien vouloir donner à notre Société un temps qu'il pourrait, si avantageusement pour ses intérêts scientifiques, consacrer à ses travaux personnels, auxquels les multiples occupations du Secrétariat ne lui permettent guère de se livrer avec les facilités que lui laisserait moins de dévouement aux intérêts et à la prospérité de la *Société belge de Géologie.* „

C'est pourquoi, prenant au mot l'expression adoptée sans idée préconçue par M. Hans et, suivant un usage adopté par d'autres Sociétés, je vous propose de nommer, par acclamation, M. *Van den Broek,* Secrétaire général de la Société belge de Géologie! *(Applaudissements.)*

Et maintenant, j'ai fini, Messieurs.

Notre Société est prospère. Elle compte de nombreux membres. La cordialité y règne, comme en témoigne la présence d'un auditoire serré à chaque réunion. A l'Étranger comme en Belgique, nous jouissons de l'estime de nos pairs. Nous avons l'appui des pouvoirs publics. Chaque jour, de nouveaux chercheurs viennent se grouper autour de nous et renforcer l'ancien faisceau. Que pourrions-nous désirer de plus? *(Applaudissements.)*

AU NOM DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Souvenir reconnaissant

aux Confrères fondateurs

PRÉSENTS A LA PREMIÈRE RÉUNION DU 17 FÉVRIER 1887

J.-B. de Jaegher
L. Dollo
V. Dotremont
E. Dupont
G. Fagès
Ch. François
A. Houzeau
O. Lang
C.-T. Moulan
E. de Munck
P. Pelseneer
Ed. Pergens
J. Purves
A. Renard
A. Rucquoy
A. Rutot
J. Sacré
R. Storms
E. Van den Broeck
E. Van de Vyvere

LISTE

DES

Académies, Instituts, Sociétés savantes, Musées, Revues, Journaux, etc.

EN RELATIONS D'ÉCHANGE DE PUBLICATIONS AVEC LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

AU 31 DÉCEMBRE 1896

(L'astérisque indique les institutions dont les publications ont été reçues pendant l'année 1896 et le numéro initial est celui de l'inscription à la Bibliothèque.)

AMÉRIQUE

1328 **Albany**. State Geologist *(Report)*.
Baltimore. John Hopkins University.
1734 * — *American Chemical Journal*.
1735 * — *Circulars*.
1820 **Berkeley**. University of California *(Bulletin)*.
2243 * **Buenos-Aires**. Museo Nacional de Buenos-Aires *(Anales)*.
Cambridge (Mass.) Museum of Comparative Zoology (Harvard College).
2109 * — *Bulletin*.
2109b * — *Mémoires*.
2097 * **Davenport**. Academy of Natural Science *(Proceedings)*.
Halifax. Nova Scotia Institut of Natural Science.
523 * — *Proc. and Trans.*
Indianapolis. Department of Geology and Natural Resources.
2207 * — *Annual Report*.
1407 * **Jefferson-City**. Geological Survey of Missouri *(Report)*.
1736 * **Lima**. Sociedad Geografica *(Boletin)*.
2258 * **Lawrence**. Kansas University *(Quarterly)*.
2094 * **Mexico**. Comision geologica Mexicana *(Boletin)*.
Minneapolis. Geological and Natural History Survey of Minnesota.
639 * — *Annual Report*.
639b * — *Bulletin*.
2070 * **New-Haven**. American Journal of Science.
2091 — Connecticut Academy of Arts and Sciences *(Trans.)*.
1162 **New-York**. Academy of Sciences (late Lyceum of Natural History) *(Transactions)*.
1470 — American Museum of Natural History *(Ann. Report)*.
2047 * — Science.

1965 * **Ottawa**. Commission de Géologie et d'Histoire naturelle du Canada *(Rapport annuel)*.

Philadelphie. Academy of Natural Sciences.

2089 * — *Proceedings*.

2089[b] * — *Journal*.

1522 **Quito**. Universidad Central del Ecuador *(Anales)*.

1597 * **Rochester**. Geological Society of America *(Bulletin)*.

1575 * — Rochester Academy of Sciences *(Proceedings)*.

San-Francisco. California Academy of Natural Sciences.

838 — *Bulletin*.

2023 * **Topeka (Kansas)**. Kansas Academy of Science *(Transact.)*.

1261 **Trenton**. Geolog. Survey of New-Jersey. *(Ann. Report)*.

2257 **Washington**. American Philosophical Society *(Proceedings)*.

— Geological Survey United States of America.

1292 * — *Bulletin*.

1405 — *Monographs*.

1406 * — *Annual Reports*.

1523 — *Mineral Resources*.

1164 — Smithsonian Institution *(Annual Report)*.

1795 * — Department of Agriculture U. S. of Am. *(Bulletin)*.

1163 — National Museum *(Report)*.

1942 * — The Microscope.

ASIE

1731 * **Tokio**. Imperial University Japan *(Journal)*.

1122 **Yokohama**. Seismological Society of Japan *(Transactions)*.

EUROPE

ALLEMAGNE

Berlin. Königlich. preussische Akademie der Wissenschaften.

2090 * — *Mathem. und Naturw. Mittheil.*

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

1101 * — *Zeitschrift*.

1102 * — *Verhandl.*

2016 * — Deutsche geologische Gesellschaft *(Zeitschrift)*.

1103 — Afrikanische Gesellschaft in Deutschland *(Mittheil.)*.

1104 — Forschungsreisende und Gelehrte aus den Deutschen Schutzgebieten *(Mittheil.)*.

Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande, Westphalens und des Reg.-Bezirks Osnabrück.

1408 * — *Verhandlungen*.

1408[b] * — *Sitzungsbericht*.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis in Dresden.
903 * — *Sitzungsb. und Abhandlungen.*
1437 — Dresdener Museum *(Mittheil.)*.
553 **Erfurt**. Königliche Akademie der Wissenschaften *(Jahrb.)*.
1123 **Erlangen**. Physikalisch-medicinische Societät *(Sitzungsb.)*.
Francfort s/Mein. Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.
1759 * — *Abhandlungen.*
1960 * — *Bericht.*
2071 * **Fribourg-en-Brisgau**. Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg I. B. *(Bericht)*.
Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur-und Heilkunde.
1105 — *Bericht.*
2111 * **Göttingen**. Königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen *(Nachrichten)*.
2098 **Halle**. Kaiserliche Leopoldin. Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher *(Acta)*.
1021 * **Leipzig**. Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen.
Mecklenburg. Verein der Freunde der Naturgeschichte.
1554 * — *Archiv.*
Munich. Königliche-bayerische Akademie der Wissenschaften
2013 * — *Sitzungsberichte.*
2014 * — *Abhandlungen.*
Strasbourg. Geologische Specialkarte von Elsass-Lothringen.
1798 * — *Abhandlungen.*

AUTRICHE-HONGRIE

1040 **Brünn**. Naturforschend. Verein in Brünn *(Verhandlungen)*,
Budapesth. Königl. Ung. Geologische Anstalt.
1012 * — *Jahresbericht.*
1013 — *Mittheilungen.*
— Ungarische Geolog. Gesellschaft.
1011 * — *Földtani Közlöny.*
Cracovie. Académie des sciences.
1041 * — *Bulletin international.*
1559 — *Rosprawy.*
1600 — *Sprawozdanie.*
Prague. Kaiserlich.-böhmische Gesellschaft der Wissenschaften.
369 * — *Archiv.*
Vienne. Kaiserlich -königliche Akademie der Wissenschaften.
2021 * — *Sitzungsberichte.*
2022 * — *Denkschriften.*

720 * — Kaiserlich.-königliches naturhistorisches Hofmuseum *(Annalen)*.
— Kaiserlich.-königliche Geol. Reichsanstalt.
2259 * — *Verhandlungen*.
2259[b] * — *Jahrbuch*.

BELGIQUE

911 * **Anvers**. Société royale de Géographie d'Anvers *(Bulletin)*.
Bruxelles. Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts de Belgique.
1181 * — *Bulletin*.
1182 * — *Annuaire*.
1891 * — *Mémoires*.
1892 * — *Mém. cour*.
2209 * — Annales des Mines (Minist. Indust. et du Travail).
1440 — Association belge des Chimistes *(Bulletin)*.
2095 * — Bulletin de l'Agriculture (Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics).
1250 * — Annales des travaux publics (Ministère de l'Industrie et du Travail).
1890 * — Carte géologique au 40,000[e] (Idem).
980 * — Ciel et Terre.
2096 * — La Technologie sanitaire.
691 — Bulletin du Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique *(ne paraît plus)*.
371 — Carte géol. au 20.000[e] (Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique) *(ne paraît plus)*.
— Observatoire Royal.
1184 * — *Annales*.
1161 * — *Bulletin*.
1183 * — *Annuaire*.
2208 * — Séminaire d'Histoire et de Géographie de l'Université *(Bibliographie)*.
— Société belge d'Astronomie.
2265 * — *Bulletin*.
2266 * — *Annuaire*.
1471 * — Société belge de Microscopie *(Annales)*.
1797 — Société belge des Ingénieurs et des Industriels *(Bull.)*
— Société d'Archéologie de Bruxelles.
1619 * — *Annuaire*.
1690 * — *Annales*.
1042 * — Société royale belge de Géographie *(Bulletin)*.

Bruxelles. Société royale de Médecine publique.
1825 * — *Tablettes mensuelles.*
1826 * — *Bulletin.*
1168 * — Société royale malacologique de Belgique *(Annales).*
— Société scientifique de Bruxelles.
1166 * — *Revue des questions scientifiques.*
1167 * — *Annales.*
689 * — Société belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol. *(Bul.).*
519 * **Huy**. Cercle des Naturalistes hutois *(Bulletin).*
719 * **Liége**. Revue universelle des Mines, etc.
1371 * — Société géologique de Belgique *(Annales).*
Mons. Société des Ingénieurs sortis de l'École de Mons.
1472 — *Publications.*

DANEMARK

2108 * **Copenhague**. The Danish Biological Station *(Report).*

ESPAGNE

Madrid. Comision del Mapa geologico de España.
2072 * — *Boletin*
2072[b] * — *Memorias.*

FRANCE

Abbeville. Société d'Émulation d'Abbeville.
981 — *Bulletin.*
2264 — *Mémoires.*
2056 * **Angers**. Société d'Études scientifiques d'Angers *(Bulletin).*
2261 — Société nat. d'Agric., Sciences et Arts *(Mém.).*
2010 * **Autun**. Société d'Histoire naturelle d'Autun *(Bulletin).*
2260 * **Bordeaux**. Société Linnéenne *(Actes).*
Caen. Société Linnéenne de Normandie.
1793 * — *Bulletin.*
1793 — *Mémoires.*
— Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres.
2057 * — *Mémoires.*
— Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences.
1723 — *Bulletin.*
2262 * **Carcassone**. Société d'études scientifiques de l'Aude *(Bulletin).*
2107 **Chalon-s/-Saône**. Société des Sciences naturelles de Saône-et-Loire *(Bulletin).*
2046 **Charleville**. Société d'Histoire naturelle des Ardennes *(Bull.).*

1326 **Le Havre.** Société géologique de Normandie *(Bulletin).*
697 * **Lille.** Société géologique du Nord *(Annales).*
697[b] — *Mémoires.*
1832 **Louviers.** Société normande d'Études préhistoriques *(Bull.).*
2263 **Lyon.** Société d'Agricul., d'Histoire naturelle, etc. *(Annales).*
1941 **Nancy.** Club alpin français. Section Vosgienne *(Bull.).*
1749 * **Nantes.** Société des Sc. nat. de l'Ouest de la France *(Bulletin).*
* **Paris.** Académie des Sciences.
2017 — *Mém. sav. étrang.*
2018 — *Mémoires.*
2019 — *Mém. Pass. Vénus.*
2020 * — *Comptes-Rendus des séances.*
2009 * — Annales des Mines.
1273 * — Archives générales d'Hydrologie.
534 * — Feuille des Jeunes Naturalistes.
1967 * — Muséum d'Histoire naturelle *(Bulletin).*
1818 * — Service de la Carte géol. détaillée de la France *(Bull.).*
— Société de Géographie.
2043 * — *Comptes-Rendus des séances.*
2044 * — *Bulletin.*
1197 * — Société d'Hydrologie médicale *(Annales).*
2045 * — Société française de Minéralogie *(Bulletin).*
1290 * — Société géologique de France *(Bulletin.)*
Paris. Société de Spéléologie.
2148 * — *Bulletin* (Spelunca.)
2191 * — *Mémoires.*
Saint-Etienne. Société de l'Industrie minérale.
2041 * — *Comptes-Rendus des séances.*
2042 * — *Bulletin.*
2058 * **Toulouse.** Acad. Sciences, Inscr. et Belles-Lettres *(Mémoires).*

GRANDE-BRETAGNE

1968 * **London.** Geologist's Association *(Proceedings).*
1010 * — Geological Society of London *(Quart. Journ.).*
1450 — Geological Survey of the United Kingdom *(Memoirs).*
2048 * — Royal Society of London *(Proceedings).*
2040 * **Plymouth.** Marine Biological Association of the United Kingdom *(Journal).*

ITALIE

2026 * **Catane.** Accademia Gioenia di Scienze Naturali *(Atti).*

1989 * **Milan.** Societa italiana di Scienze naturali e Museo civico di storia naturale in Milano *(Atti).*
1792 **Modène.** Società dei Naturalisti in Modena *(Atti).*
Naples. Società reale di Napoli (Reale Accademia di Scienze fisiche e matematiche).
2012 * — *Atti.*
2011 * — *Rendiconto.*
Pise. Societa toscana di Scienze naturali.
2054 * — *Procès-Verbaux.*
2055 * — *Mémoires.*
2195 * **Porto-Maurizio.** Associazione scientifica ligure *(Bollettino).*
343 **Rome.** Carte géologique de la Sicile.
319 * — Office météorologique *(Bulletin).*
293 * — Reale Comitato Geologico d'Italia *(Bollettino).*
387 * — Società africana d'Italia *(Bollettino).*
2254 * — Società geologica italiana *(Bollettino).*
1797 * — Società sismologica d'Italia *(Bollettino).*
2255 * **Turin.** Accademia delle Scienza do Torino *(Atti).*

NÉERLANDE

Amsterdam. Koninklijke Akademie van Wetenschappen.
2037 * — *Verhandl.*
2038 * — *Verslagen.*
2039 * — *Jaarboek.*
224 **Harlem.** Musée Teyler *(Archiv).*
1724 — Nederland. Dierkund. Vereeniging *(Tydschrift.)*
2024 **Leide.** Geolog. Leide Museum *(Sammlung).*

NORVÈGE

812 **Tromsœ.** Tromsœ Museum *(Aarschefter).*

PÉNINSULE BALKANIQUE

1966 **Belgrade.** Annales géologiques de la Péninsule balkanique.

PORTUGAL

530 * **Lisbonne.** Commissào dos Trabalhos Geologicos de Portugal.
1160 * **Porto.** Societade Carlo Ribeiro (Revista de Sciencias naturaes e sociaes).

RUSSIE et FINLANDE

1596 **Helsingsfors.** Société de Géographie de Finlande *(Bulletin).*
864 * **Kiew.** Société des Naturalistes *(Mémoires).*

Saint-Pétersbourg. Académie impériale des Sciences.
1889 * — *Bulletin.*
1889[b] — *Mémoires.*
— Comité géologique de Russie.
840 * — *Bulletin.*
889 * — *Mémoires.*
843 — Matériaux pour servir à la géologie de la Russie.
842 * — Russ.-Kaiserl. Mineralog. Gesellschaft *(Verhandl.).*
— Section géologique du cabinet de S. M. l'Empereur.
2192 * — *Travaux.*
990 * — Société des Naturalistes de St-Pétersbourg *(C.-Rend.).*
2256 * **Moscou**. Société Impériale des Naturalistes *(Bulletin).*

SUÈDE

1970 * **Lund**. Universitas Lundensis *(Acta).*
Stockholm. Konglig. svenska vetenskap Akademie.
1223 * — *Bihang.*
1224 * — *Ofversigt.*
2092 * **Upsal**. University of Upsala Geol. Inst. *(Bulletin).*

SUISSE

688 **Lausanne**. Société géologique Suisse *(Elogoe geol. Helv.).*
1100 — Musée d'Histoire Naturelle *(Comptes-Rendus).*
2093 * **Zurich**. Naturforsch. Gesellschaft in Zurich. *(Viertel-jahrsschrift.)*

TURQUIE

1971 * **Constantinople**. Observatoire impérial *(Bulletin).*

OCÉANIE

NOUVELLE-GALLES DU SUD

Sidney. Australian Museum.
1601 — *Reports.*
1664 * — *Records.*
982 * — Department of Mines and Agriculture *(Ann. Report).*
— Geological Survey of New South Wales.
642 * — *Records.*
983 — *Mémoires.*

VICTORIA

235 * **Melbourne**. Secretary of Mines *(Ann. Report).*
1438 — Zoology of Victoria *(Prodromus).*

LISTE GÉNÉRALE

Arrêtée le 17 Février 1897

DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

FONDÉE A BRUXELLES, LE 17 FÉVRIER 1887 (1)

Membre Protecteur.

Le Bourgmestre de la Ville de Bruxelles.

Membres Honoraires.

1 * **Barrois**, C., Président de la Société géologique de France. Maître de conf^e^ à la Faculté des sciences, 37, rue Pascal, à Lille et rue Chomel, 9, à Paris.
2 **Bertrand**, C. Eg. Professeur de botanique à la Faculté des sciences, à Lille.
3 **Bertrand**, Marcel, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des mines, Professeur de géologie à l'École des mines, 75, rue de Vaugirard, à Paris.
4 **Bonney**, Rév. Thomas George, Professeur de géologie et de minéralogie à University College, 23, Denning Road, Hampstead. London N. W.
5 **Brögger**, W. C., Professeur à l'Université de Christiania,
6 * **Capellini**, Giovanni, Commandeur, Professeur de géologie à l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).
7 **Cope**, E.-D., Prof., 2100, Pine Street, à Philadelphie (Pensylvanie).
8 **Credner**, Dr Hermann, Directeur du Service royal géologique de Saxe, Professeur à l'Université de Leipzig.
9 * **Dames**, Wilhelm, Professeur à l'Université, 11, Joachimsthaler Strasse, à Berlin W.
10 **Fouqué**, F., Professeur au Collège de France, 23 rue Humboldt, à Paris.
11 **Gaudry**, Albert, Membre de l'Institut, Professeur de paléontologie au Museum, 7*bis*, rue des Saints-Pères, à Paris.

(1) Les noms des **fondateurs** se trouvent dans la liste ci-dessous, précédés d'un astérisque. Les noms des *membres à vie* sont précédés de deux astérisques.

12 * **Geikie**. Archibald, LL. D.; F. R. S., Directeur général des services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande; Museum, 28, Jermyn-Street, London S. W.

13 * **Geikie**, James, LL. D.; F. R. S., Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université d'Edimbourg, 31, Merchiston Avenue, Edinburgh.

14 **Geinitz**, H. B., Conseiller aulique, Directeur au Musée royal minéralogique, à Dresde (Saxe).

15 * **Gosselet**, Jules, Professeur de géologie à la Faculté des sciences, 18, rue d'Antin, à Lille.

16 **Hall**, James, Géologue de l'État et directeur du Musée national d'histoire naturelle, à Albany (New-York).

17 **Hauchecorne**, Directeur du Service de la Carte géologique et de l'École des mines, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.

18 **Hauer** (Chevalier Fr. **von**), Intendant général du Musée I. R. d'Histoire naturelle de la Cour, à Vienne (Autriche).

19 **Heim**, Alb., Professeur à l'Université de Zurich, à Hottingen (Zurich).

20 **Hughes**, Thomas, Mac Kenny, Professeur de géologie à l'Université, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Angleterre).

21 **Issel**, Arthur, Professeur à l'Université, 3, Via Giapollo, à Gênes.

22 * **Jones**, T. Rupert, F. R. S., 17, Parson's Green, Fulham, London S. W.

23 **Judd**, J. W., Professeur de géologie à l'École royale des mines, London S. W.

24 **Karpinsky**, Alex. Petrow., Membre de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, Directeur du Comité géologique de Russie, Professeur à l'École des Mines.

25 **Koenen** (A. **von**), Dr, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Göttingen.

26 **Lapparent** (Albert **de**), Professeur à l'Université catholique, 3, rue de Tilsitt, à Paris.

27 * **Lœwinson-Lessing**, F., Professeur de géologie à l'Université de Dorpat (Russie).

28 **Marsh** O. C., Prof., Yale College, New Haven (Connecticut).

29 **Michel Lévy**, A., Ingénieur en chef des mines, 22, rue Spontini, à Paris.

30 **Mojsisovics von Mojsvar**, Edmund, Obergrath et Géologue en chef de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 26, Strohgasse, à Vienne.

31 **Nikitin**, Serge, Géologue en chef du Comité géologique de Russie, Institut des mines, à Saint-Pétersbourg.

32 * **Potier**, Alfred, Ingénieur en chef des mines, Professeur à l'École polytechnique de Paris, 89, boulevard Saint-Michel, à Paris.

33 * **Renevier**, Eugène, Professeur de géologie à l'Académie, Haute-Combe, Lausanne (Suisse).

34 **Richthofen** (Baron **von**), Professeur de géographie à l'Université de Berlin, 117, Kurfürstenstrasse, à Berlin.

35 * **Risler**, Eugène, Directeur de l'Institut agronomique de France, 106*bis*, rue de Rennes. à Paris.

36 * **Rosenbusch**, Dr H., Professeur de géologie à l'Université, à Heidelberg.

37 * **Rouville** (A. P. **de**), Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Montpellier (Hérault).

38 **Sacco**, Federico, Professeur de paléontologie à l'Université, Palais Carignan, Turin.

39 **Sandberger** (Dr Fridolin, **von**), Professeur de géologie et de minéralogie à Wurtzbourg (Bavière).
40 **Suess**, Edouard, Professeur à l'Université, à Vienne.
41 **Traquair**, R. H., M. D., LL. D.. F. R., S., Conservateur des collections d'histoire naturelle au Museum des Sciences et des Arts, à Edimbourg.
42 * **Winkler**, T. C., Docteur en sciences, Conservateur du Musée Teyler, à Harlem.
43 **Woodward**, A. Smith, Conservateur-adjoint du Département géologique, du British Museum, Cromwell Road, à Londres.
44 **Zirkel**, Prof. Dr F., Professeur de géologie à l'Université, 15, Thalstrasse, à Leipzig.
45 * **Zittel** (Karl, **von**), Docteur en philosophie, Professeur à l'Université, Directeur du Musée royal de paléontologie, à Munich.

Membres Associés Étrangers.

1 **Boule**, Marcelin, Docteur ès-sciences, au Laboratoire de paléontologie du Muséum de Paris.
2 **Choffat**, Paul, Attaché à la section des travaux géologiques du Portugal, 113, rue do Arco a Jesus, à Lisbonne (Portugal).
3 * **Dollfus**, Gustave, ancien Président de la Société géologique de France, 45, rue de Chabrol, à Paris.
4 * **Dunikowski** (Émile, Chevalier **de**), Dr Phil., Privatdocent à l'Université de Lemberg (Galicie).
5 * **Foresti**, Ludovico, Docteur en médecine, Aide-naturaliste de géologie et de paléontologie au Musée de l'Université, à Bologne (Italie).
6 **Golliez**, A., Professeur à l'Université de Lausanne.
7 * **Karrer**, Félix, Attaché au Musée I. R. minéralogique de la Cour, à Vienne (Autriche).
8 **Lambert**, Jules, Paléontologue, Juge au tribunal civil, 14, rue Coquebert, à Reims (Marne).
9 **Lang**, Otto, 2, am Kleine Felde, Hanovre (Allemagne).
10 **Lorié**, J., Docteur ès-sciences, Privatdocent à l'Université, 7, Ambachtstraat, à Utrecht (Pays-Bas).
11 **Lotti**, Bernardino, Docteur, Ingénieur au Corps des Mines, à Rome.
12 **Martel**, E., Secrétaire général de la Société française de Spéléologie, 8, rue Ménard, à Paris.
13 **Mayer-Eymar**, Charles, Dr ès-sciences, Professeur de paléontologie à l'Université, à Zurich (Suisse).
14 **Meunier**, Stanislas, Professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle, 7, boulevard Saint-Germain, à Paris.
15 **Munier-Chalmas**, Professeur de géologie à la Sorbonne, à Paris.
16 **Picard**, Karl, Membre de diverses sociétés savantes, Nordhauserstrasse, 2, à Sondershausen (Allemagne).
17 **Pohlig**, Dr Hans, Professeur à l'Université de Bonn (Prusse).
18 **Sturtz**, B., Dr du Comptoir minéralogique et paléontologique de Bonn, 2, Riesstrasse, à Bonn.
19 **Tachini**, Directeur de l'Observatoire du Collège Romain, à Rome.

20 **Taine**, Albert, Pharmacien de 1re classe, 82, rue de Passy, à Paris.
21 **Toutkowsky**, Paul, Conservateur du Cabinet minéralogique et géologique de l'Université de Kiew (Russie).
22 **Winchel**, Alexandre, L. L. D., Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Michigan, à Ann Arbor, Michigan (États-Unis d'Amérique).
23 **Zervas**, Josef, 20. Vessey street, New-York.

Membres Effectifs.

1° *Membres à perpétuité.*

1 Administration communale de la **Ville de Bruxelles.**
2 Administration communale de la **Ville de Verviers**. *(Délégué :* M. Sinet).
3 Maison **Solvay et Cie**, Industriels à Bruxelles.
4 Administration communale de la **Ville de Binche.**
5 Administration communale de la **Ville de Gand.**
6 Société des Travaux d'eau, à Anvers. *(Délégué :* M. Ad. Kemna).

2° *Membres effectifs.*

7 **André**, E., Inspecteur des chemins vicinaux au ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 32, rue de Venise, à Ixelles.
8 **Annoot**, J.-B., Professeur honoraire à l'Athénée royal de Bruxelles, 74, rue Gallait, à Schaerbeek.
9 **Armatchefski**, Pierre, Professeur à l'Université de Saint-Vladimir, à Kiew (Russie).
10 **Arctowski**, H., 42, rue d'Harschamp, à Liége.
11 **Aubry**, Camille, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.
12 **Axer**, A. H., Entrepreneur de puits artésiens, 300, chaussée d'Anvers, à Bruxelles.
13 **Baillon**, Jean, Membre de diverses sociétés savantes, 367, chaussée de Courtrai, à Gand.
14 **Bailly**, Membre de la Chambre des Représentants, à Morlanwelz,
15 **Bayet**, Adrien, Propriétaire, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.
16 **Bayet**, Louis, Ingénieur-Géologue, à Walcourt.
17 * **Béclard**, Ferdinand, Secrétaire de la Direction du Musée royal d'histoire naturelle, 85, avenue d'Auderghem, à Etterbeek (Bruxelles).
18 **Bennert**, Victor, 95, rue de la Loi, à Bruxelles.
19 **Berger**, Louis, Administrateur-Inspecteur général honoraire des ponts et chaussées, 311, rue Rogier, à Bruxelles.
20 **Bergeron**, Ingénieur civil, 157, boulevard Haussmann, à Paris.
21 **Bernays**, Ed., Avocat, 42, avenue Van Eyck, à Anvers.
22 **Bernus**, Louis, Propriétaire, 16, rue du Moulin, à Charleroi.
23 **Besmes**, Victor, Inspecteur-voyer, 32-34, rue Jourdan, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
24 * **Blanchart**, Camille, Ingénieur honoraire des mines, 36, rue de Pascale, à Bruxelles.

25 * **Blondiaux**, Auguste, à Thy-le-Château (province de Namur).
26 **Bockstael**, Émile, bourgmestre de la commune de Laeken, Conseiller provincial, 274, avenue de la Reine, à Laeken.
27 **Botti**, Ulderigo, à Reggio-Calabria (Italie).
28 **Bouhy**, Victor, Docteur en droit, 58, rue d'Archis, à Liége.
29 **Bourdariat**, Alexandre, à Moirans (Isère), France.
30 **Bourgoignie**, Léonce, Ingénieur des ponts et chaussées, 23, Grand'Place, à Termonde.
31 **Boussemaer**, Ingénieur, 57, rue Auber, à Lille.
32 **Brants**, Ch., Secrétaire communal d'Etterbeek, 5, rue Dekens, à Etterbeek.
33 **Brichaux**, A., Chimiste à la Société Solvay, 226, rue de la Victoire, à Bruxelles.
34 **Brouhon**, L., Ingénieur des eaux de la ville de Liége, Hôtel de Ville, Liége.
35 **Burrows**, Henry William, Architecte, 16, Endymion Road, Brixton Hill, London S. W.
36 **Campion**, Maurice, Ingénieur, à Vilvorde.
37 * **Carez**, Léon, Docteur-ès-sciences, 18, rue Hamelin, à Paris.
38 * **Cauderlier**, Émile, Industriel, 8, rue Crayer, à Bruxelles.
39 * **Cauderlier**, Gustave, Ingénieur, Industriel, 221, chaussée de Vleurgat, à Bruxelles,
40 **Chomé**, F., Professeur à l'École militaire, 41, avenue de l'Hippodrome, à Ixelles.
41 **Cobbaert**, G., 82, rue Longue, à Ostende.
42 **Cobbaert**, Louis, Industriel, à Ninove.
43 **Cocheteux**, Albert, Ingénieur au chemin de fer de l'État du Chili, par Valparaiso.
44 **Cogels**, P., Géologue, au Château de Boeckenberg, à Deurne (Anvers).
45 **Coppe**, Arthur, Ingénieur belge au service du Gouvernement roumain, 13*bis*, Strada Rozilor, à Bucharest.
46 **Cordeweener**, Jules, Ingénieur, 5, rue d'Angleterre, à Bruxelles.
47 **Cornet**, J., Docteur en sciences, 1, rue de la Bilogue, Coupure, à Gand.
48 **Cossoux**, Léon, Ingénieur civil, Ex-ingénieur du gouvernement russe au Caucase, 28, rue Bériot, à Saint-Josse-ten-Noode.
49 **Crocq**, Jean, Docteur en médecine, ancien Sénateur, Professeur à l'Université, 139, rue Royale, à Bruxelles.
50 * **Cumont**, Georges, Avocat près de la Cour d'appel, 19, rue de l'Aqueduc, à Bruxelles.
51 **Cuvelier**, Eugène, Capitaine du Génie, Professeur à l'École militaire, 31, rue de Milan, à Ixelles.
52 **Cuylits**, Jean, Docteur en médecine, 44, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.
53 * **Dagincourt**, Emmanuel, Docteur en médecine, 159, rue de la Pompe, à Paris-Passy.
54 **Daimeries**, A., Professeur à l'Université, 4, rue Royale, à Bruxelles.
55 **Dapsens**, Directeur, Propriétaire de carrières, à Yvoir-lez-Dinant.
56 * **Dathe**, Ernst, Dr Phil., Géologue du Service royal géologique de Prusse, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.
57 **d'Ault-Dumesnil**, 1, rue de l'Eauette, à Abbeville (Somme).
58 * **Dautzenberg**, Philippe, Paléontologue, 213, rue de l'Université, à Paris.
59 **De Bauve**, Ingénieur en chef des ponts et chaussées du département de l'Oise, à Beauvais (France).

60 **De Busschere**, A., Conseiller à la Cour d'appel, 82, rue Mercelis, à Ixelles.
61 **De Keyser**, J. R., Conseiller provincial et communal, à Renaix.
62 **Delhaye**, Jean, Employé, 21, rue Pletinckx, à Cureghem-Bruxelles.
63 **Delheid**, Ed., 71, rue Veydt, à Ixelles.
64 * **Delecourt-Wincqz**, Jules, Ingénieur-Conseil de la Compagnie Internationale de recherches de mines et d'entreprises de sondages, 16, rue de la Pépinière, à Bruxelles.
65 **Delobe**, André, Pharmacien, à Tournai.
66 **Demeuninck**, Pharmacien, à Tournai.
67 **De Naeyer**, Industriel, à Willebroeck (Brabant).
68 **Denys**, Ernest, Ingénieur, Dr de la Soc. anonyme des Phosphates du Bois d'Havré, à Havré, près Mons.
69 **De Schryver**, Ferdinand, Ingénieur principal des ponts et chaussées, 29, rue du Prince royal, à Ixelles.
70 **Dethy**, Théophile, Ingénieur des ponts et chaussées, 48, rue du Pepin, à Namur.
71 **de Visscher**, J., Ingénieur agricole, 128, rue Berckmans, à Saint-Gilles, lez-Bruxelles.
72 **Devreux**, E, Architecte, Échevin des Travaux publics, 23, rue du Pont Neuf, à Charleroi.
73 **Dewilde**, Prosper, Professeur de chimie à l'Université, 339, avenue Louise, à Bruxelles.
74 **Dewindt**, Préparateur au Laboratoire de minéralogie de l'Université de Gand, rue Roger, à Gand.
75 **D'Hondt**, F., Directeur du Laboratoire agricole et industriel, à Courtrai.
76 **Dokoutchaieff**, B., Professeur de Minéralogie à l'Université de Saint-Pétersbourg.
77 * **Dollo**, Louis, Ingénieur civil, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Bruxelles.
78 **Donckier de Donceel**, à Vaux sous-Chèvremont.
79 **Dorlodot** (Abbé Henry **de**), Professeur à l'Université catholique, 18, rue Léopold, à Louvain.
80 **Dormal**, Victor, docteur en sciences naturelles, Professeur à l'Athénée, Secrétaire général de la Société géol. du Luxembourg, 66, rue du Gouvernement à Arlon.
81 * **Dotremont**, Victor, Sondeur, à Hougaerde, près Tirlemont.
82 **Douvillé**, Henri, Ingénieur en chef des mines, Professeur de Paléontologie à l'École des mines, 207, boulevard Saint-Germain, à Paris.
83 **Dubois**, J.-B., Chanoine, rue des Jésuites, à Tournai.
84 **Dubois**, Eugène, Médecin militaire. 12, Sweelinckplein, La Haye.
85 ** **Dupont**, Édouard, Directeur du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.
86 * **Duraffour**, Ferdinand, Entrepreneur de sondages, à Tournai.
87 **Dutertre**, Émile, Docteur en médecine, 6, rue de la Coupe, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), France.
88 **Erens**, Alphonse, docteur en sciences naturelles, Villa Strabbeek à Houthem, près Fauquemont (Limbourg Hollandais).
89 * **Fagès**, Gustave, Agent général des mines de Bernissart, 79, rue de Roucourt, à Péruwelz (Hainaut).

90 * **Falk-Fabian**, Théodore, Directeur de l'Institut national de géographie, 20, rue des Paroissiens, à Bruxelles.
91 * **Félix**, J., Docteur en médecine, 10, rue Marie-de-Bourgogne, à Bruxelles.
92 * **Fendius**, Émile, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Liége.
93 **Fichefet**, E, Entrepreneur, Membre de la Chambre des Représentants, 13, Boulevard du Hainaut, à Bruxelles.
94 **Fichefet**, Jean, Entrepreneur de travaux publics, Avenue de la Porte de Hal, 59, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
95 **Fisch**, A., 70, rue de la Madeleine, à Bruxelles.
96 * **Fornasini**, Carlo, Docteur en sciences, via della Lame, 24, à Bologne (Italie).
97 * **François**, Christophe, Ingénieur, 50, rue d'Orléans, à Ixelles-Bruxelles.
98 * **Friedrichs**, H., 4, rue de Naples, à Ixelles (Bruxelles).
99 * **Friren**, Auguste, Professeur au Petit Seminaire, à Montigny-lez-Metz (Alsace-Lorraine).
100 **Galasse**, Jules, Constructeur, rue Birmingham, à Molenbeek-Saint-Jean-lez-Bruxelles.
101 **Geerts**, Ingénieur, à Saint-Nicolas (Waes).
102 **Gerard**, L., Professeur à l'Université de Bruxelles, Directeur-Adjoint de l'Institut Solvay, 6, rue du Méridien, à Bruxelles.
103 * **Ghesquière**, Paul, Officier d'État-major en retraite, 33, chaussée de la Hulpe, à Boitsfort.
104 **Ghislain**, Philibert, Ingénieur en chef, Directeur de service aux chemins de fer de l'État, à Tournai.
105 ** **Gibbs**, William, B., Membre de diverses sociétés savantes, Thornton, Beulah Hill, Upper Norwood, à Londres.
106 **Gilbert**, Théod., A. F., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.
107 **Gilson**, G., Professeur à l'Université de Louvain, 95, rue de Namur, à Louvain.
108 **Giuliani**, V., 39, Fontanka, à Saint-Pétersbourg.
109 **Gobiet**, Ernest, Chimiste, Fexhe-le-Haut-Clocher, par Waremme.
110 **Goblet d'Alviella** (comte Eugène), Propriétaire, au château de Court-Saint-Étienne et 10, rue Faider, à Bruxelles.
111 **Goffart**, J.-L., Lithographe, 181, rue du Progrès, à Bruxelles.
112 **Goffinet**, Th., Conducteur provincial, Commissaire-voyer, à Braine-l'Alleud.
113 **Goldschmidt**, Paul, Ingénieur, 17, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.
114 **Goldschmidt**, Robert, Candidat en Sciences, 17, rue des Deux-Églises, à Bruxelles.
115 ** **Gottsche**, Karl., Docteur en philosophie, Conservateur au Muséum d'histoire naturelle, à Hambourg.
116 **Gourret**, Paul, Docteur ès-sciences, Professeur suppléant à l'École de plein exercice de médecine de Marseille, 15, rue du Village, à Marseille.
117 **Grossouvre (de)**, A., Ingénieur en chef des mines, à Bourges (France).
118 * **Habets**, Alfred, Ingénieur, Professeur à l'Université, 3, rue Paul Devaux, à Liége.
119 **Hainaut**, Edgar, Ingénieur des ponts et chaussées, 8, Grand'Place, à Tournai.

120 **Hannon**, Ed., Ingénieur, rue de la Concorde, 43, à Ixelles, lez-Bruxelles.
121 **Hanuise**, Édouard, Chimiste, 54, rue Hôtel des Monnaies, à Bruxelles.
122 **Hankar**, Albert, 51, chaussée d'Haecht, à Saint-Josse-ten-Noode (Bruxelles).
123 **Hankar**, P., Architecte, 63, rue De Facqz, à Bruxelles.
124 **Hanrez**, Prosper, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.
125 **Hans**. J., Ingénieur civil, 101, rue du Commerce, à Bruxelles.
126 **Hardenpont**, L., Sénateur, rue du Mont de Piété, à Mons.
127 **Harmer**, Dr, Oakland House, Cringleford, près Norwich.
128 * **Harris**, Georges, F., 23, St Saviour's Road, Brixton Hill, London S. W.
129 **Hassenpflug**, Dr Phil., Chimiste à Flers, près Croix-Wasquehal, (Nord).
130 **Henricot**, Émile, Industriel, ancien Représentant, à Court-Saint-Étienne.
131 **Henroz**, Camille, Directeur des manufactures de glaces, à Jambes (Namur).
132 **Hermans**, Jean-Baptiste, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 4, rue de la Prévôté, à Bruxelles.
133 **Heymans**, Léon, Géomètre-Juré, Conducteur de travaux, à Rebecq Rognon.
134 **Holzapfel**, Docteur Édouard, Professeur à l'École technique supérieure, 7, Templergraben, à Aix-la-Chapelle.
135 **Houba**, L., Secrétaire communal de la résidence de Laeken, 159, rue Thielemans, à Laeken.
136 ** **Houzeau de Lehaie**, Auguste, ancien Représentant, à Hyon, près Mons.
137 * **Hovelacque**, Maurice, Docteur en sciences, 1, rue Castiglione, à Paris.
138 * **Idiers**, Fernand, Industriel, à Auderghem.
139 * **Inostranzeff**, A., Conseiller d'État, Professeur de géologie à l'Université de Saint-Pétersbourg.
140 **Isbecque**, Alfred, Ingénieur principal des chemins de fer de l'État, à Tournai.
141 * **Jacques**, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la Société d'Anthropologie de Bruxelles, 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.
142 **Janet**, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, à Beauvais (France).
143 **Janet**, Léon, Ingénieur au Corps des Mines, 85, rue d'Assas, à Paris.
144 **Janson**, Paul, Avocat, Sénateur, 260, rue Royale, à Schaerbeek.
145 **Jean'jean**, Marc, Sous-Lieutenant du Génie, 16, rue Méan, à Liége.
146 **Johnston-Lavis**, H.-J. — M; D. M. R. C. S. Prof. agrégé, Univ. R. de Naples, Beaulieu (Alpes-Marit.) *(hiver)*; Harrogate Yorks. England. *(été)*.
147 **Jorissenne**, Gustave, Dr, 130, boulevard de la Sauvenière, à Liége.
148 **Jottrand**, Gustave, Avocat, ancien Représentant, 39, rue de la Régence, à Bruxelles.
149 **Kerckhove** (**de**), Oswald, ancien Représentant, 5, rue Digue de Brabant, Gand.
150 **Kestens**, Lieutenant adjoint d'État-Major, 216, chaussée de Wavre, à Ixelles.
151 **King**, William, Dr Sc., Directeur du service géologique des Indes, à Calcutta.
152 **Klement**, C., Dr Phil., Aide-naturaliste au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 104, rue Belliard, à Bruxelles.
153 * **Koch**, Dr Phil., Géologue du service royal géologique de Prusse, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.
154 * **Koken**, Ernest, Dr Phil., Professeur de géologie à l'Université, Tübingen.

154*b* **Krantz**, Fritz Dr Phil. Propre Comptoir minéralogique rhénan 36, Herwarthstrasse, à Bonn s/ Rhin.

155 * **Kuborn**, Hyacinthe, D. M., membre titulaire Acad. R. médec., Prof. d'hygiène École norm., Président de la Société de médecine publique, 33, rue de Colard, à Seraing,

156 **Lafitte**, J., Ingénieur, Maître de Carrières, à Fourmies (Nord).

157 **La Fontaine** (Bon M. **de**), château de Houyoux-Bilstain, par Dolhain.

158 **Lahaye**, Charles, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 34, rue de Pascale, à Bruxelles.

159 **Lambert**, Guillaume, Ingénieur, 41, boulevard Bischoffsheim, à Bruxelles.

160 **Lancaster**, Albert, Membre de l'Académie roy. des sciences. Météorologiste inspecteur à l'Observatoire royal, 263, avenue Brugman, à Uccle.

161 **Lanin**, Nicolas Petrowitch, Rédacteur du *Courrier Russe*, Pont Moskouwsky, à Moscou.

162 * **Lang**, Arthur, Industriel, 57, chaussée de Mons, à Cureghem, lez-Bruxelles.

163 **Larmoyeux**, Ernest, Ingénieur des mines, boulevard Dolez, à Mons.

164 **Latinis**, Léon, Ingénieur expert, à Seneffe.

165 **Lechien**, Adolphe, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 20, rue de l'Hôtel de Ville, à Arlon.

166 **Lefèvre**, Émile, Lieutenant du Génie. Répétiteur à l'École militaire, 166, avenue d'Auderghem, à Etterbeek-lez-Bruxelles.

167 * **Legrand**, François, Entrepreneur de travaux de mines, chaussée de Zwynaarde. 1, à Gand.

168 ** **Le Marchand**, Augustin, Ingénieur, 2, rue Traversière, aux Chartreux, à Petit-Quévilly (Seine-Inférieure.) France.

169 * **Lemonnier**, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, Bruxelles.

170 **Lentz**, Docteur, Directeur de l'Asile des aliénés de l'État, à Tournai.

171 **Lentz**, Ch., Ingénieur aux chemins de fer de Roumanie, à Bucharest.

172 **Lindner**, Otto, Ingénieur, 148, rue de Mérode, à Saint-Gilles.

173 **Lippmann**, Édouard, Entrepreneur de puits artésiens et sondages, 47, rue de Chabrol, à Paris.

174 **Loe** (Bon Alfred **de**), Secrétaire-général de la Société d'archéologie de Bruxelles, 7, rue de Londres, à Ixelles.

175 **L'Olivier**, H., 25, rue des Quatre Vents, à Molenbeek-Saint-Jean.

176 * **Lonquéty**, Maurice, Ingénieur civil des mines, 17, rue Saint-Jean, à Boulogne-sur-Mer.

177 **Losseau**, Léon, Dr es Sciences, Directeur technique du Conditionnement à Hodimont (Verviers).

178 **Lundgren**, Bernard, Professeur de géologie à l'Université, à Lund (Suède).

179 **Macpherson**, Joseph, Géologue, 4, Calle de Exposicion, Bario de Monasterio, à Madrid.

180 **Margerie** (Emmanuel **de**), 132, rue de Grenelle, à Paris.

181 **Masseau**, Junius, Ingénieur principal des ponts et chaussées, Professeur à l'Université, 23, rue de Marnix, à Gand.

182 **Masson**, Ch., Directeur du Laboratoire d'analyses de l'État, à Gembloux.

183 **Maurer**, R., Friedrich, Paléontologue, Heinrichstrasse, 169, à Darmstadt.

184 **Mesens**, Ed., Bourgmestre d'Etterbeek, 69, rue des Rentiers, à Etterbeek (Bruxelles).

185 **Mesnil** (baron Oscar **de**), Conseiller communal, à Spa.
186 **Mestreit**, Gabriel, Ingénieur honoraire des mines, 51, Calle 25 de Mayo, à Buenos-Ayres (Républ. Argentine).
187 **Michelet**, Georges, Lieutenant du Génie, Répétiteur à l'École militaire, 455, chaussée de Waterloo, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
188 **Mieg**, Mathieu, Rentier, 48, avenue de Modenheim, à Mulhouse (Alsace).
189 **Moens**, Jean, F. J., à Lede, près Alost.
190 **Molengraaff**, G. A. F. (Dr), Professeur à l'Université, 60, Oosterpark, à Amsterdam.
191 **Monnoyer**, Léon, Président de la Chambre syndicale des matériaux de construction, 252, avenue Louise, à Bruxelles.
192 **Monthaye**, Capitaine d'état-major Prof. à l'Ecole de guerre, à Bruxelles.
193 **Morin**, Pierre, Ingénieur à Sangatte (Pas-de-Calais).
194 * **Moulan**, C. T., Ingénieur, 266, avenue de la Reine, à Laeken.
195 **Mourlon**, M., Membre de l'Académie royale des Sciences, Secrétaire de la Commission géologique, 107, rue Belliard, à Bruxelles.
196 * **Munck** (Émile **de**), artiste peintre, membre de diverses société savantes, Villa de Val-Marie, à Saventhem.
197 **Navez**, L., Homme de Lettres, 158, chaussée d'Haecht, à Bruxelles.
198 **Nicolis**, Enrico (Chevalier), Corte Quaranto. à Vérone.
199 ** **Noetling**, Fritz, Docteur en Philosophie, Paléontologue du service géologique des Indes, 24, Bavarian Ring, à Munich (Bavière).
200 **Nowé**, J.-B., Brasseur, Échevin de la commune de Vilvorde, 8, rue du Curé, à Vilvorde.
201 **Oebbeke**, C., Professeur au Laboratoire minéralogique et géologique de l'École technique des Hautes Études, à Munich.
202 **Omboni**, Giovani, Professeur de géologie à l'Université de Padoue (Italie).
203 **Oppenheim**, P., Kantstrasse, 158[1], Charlottenburg, près Berlin.
204 * **Passelecq**, Albert, Ingénieur, Directeur du Charbonnage du Midi de Mons, à Cyply (Hainaut).
205 **Paquet**, Gérard-Th., Capitaine retraité, 92, chaussée de Forest, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
206 **Paulin-Arrault**, A., Ingénieur, 69, rue Rochechouart, à Paris.
207 **Paulin Brasseur**, Industriel, à Couillet (Hainaut).
208 * **Pelseneer**, Paul, Docteur en sciences, Professeur à l'École Normale, 53, boulevard Léopold, à Gand.
209 * **Pergens**, Édouard, Docteur en sciences, 124, rue Royale, à Bruxelles.
210 * **Petermann**, Arthur, Docteur en sciences, Directeur de la station agronomique de l'État, à Gembloux.
211 **Pieret**, Victor, Ingénieur en chef provincial du Brabant, 52, rue Joseph II, à Bruxelles.
212 **Pierpont** (Édouard **de**), au château de Rinère, à Profondeville s/Meuse.
213 * **Pierre**, Gustave, Industriel, 7, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.
214 **Pineur**, O., Ingénieur au chemin de fer de l'État, 246, rue Rogier, à Bruxelles.
215 * **Piret**, Adolphe, Directeur du Comptoir belge de géologie et de minéralogie, Palais Saint-Jacques, à Tournai.
216 **Plumat**, Polycarpe, Ingénieur au Grand-Hornu, à Hornu.
217 **Poiry**, Célestin, Maître de carrières, 255, avenue Louise, à Bruxelles.

218 **Portis**, Alessandro, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Rome, 20, Via Gioberti, à Rome.
219 **Poskin**, Achille (Dr), 8, rue Léopold, à Spa.
220 **Proost**, A., Directeur général de l'Agriculture, 3, rue Beyaert, à Bruxelles et à Céroux Mousty, par Ottignies.
221 **Prosorowski-Galitzin** (Prince), Conservateur au Musée géologique, Maître de cérémonies de S. M. l'Empereur de Russie, 75, Mayka, à Saint-Pétersbourg.
222 * **Purves**, John, Docteur en médecine, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 86, chaussée de Vleurgat, à Bruxelles.
223 * **Puttemans**, Charles, Professeur de Chimie à l'École industrielle, 59, rue du Moulin, à Saint-Josse-ten-Noode, lez-Bruxelles.
224 **Putzeys**, E., Ingénieur des travaux de la Ville, 8, avenue de la Renaissance, à Bruxelles.
225 **Puydt** (Paul **de**), Ingénieur, 3, rue Bréderode, à Bruxelles.
226 **Rabozée**, H., Lieutenant du Génie, 18, rue du Conseil, à Ixelles.
227 **Ramond**, G., Assistant au Museum, 61, rue Buffon, à Paris.
228 ** **Reid**, Clément, F. G. S., Attaché au service géologique de la Grande-Bretagne, 26, Jermyn-Street, London S. W.
229 * **Renard**, Alphonse, LL. D. Conservateur honoraire au Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles, Professeur à l'Université de Gand, rue de la Station, à Wetteren, près Gand.
230 **Ricard**, Samuel, Licencié ès-sciences, 2, rue Évrard de Foulloy, à Amiens (Somme).
231 **Richald**, Joseph, Ingénieur des ponts et chaussées, 38, rue de Commines, à Bruxelles.
232 **Roelofs**, Paul, Directeur-gérant des briqueteries de Ter Elst, à Duffel, 3, rue des Tanneurs, à Anvers.
233 **Rolland**, Émile, Industriel, 39, rue André Masquelier, à Mons.
234 **Rome**, Docteur T., 14, rue Vautier, à Ixelles.
235 ** **Rutot**, Aimé, Géologue, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 177, rue de la Loi, à Bruxelles.
236 **Schmitz**, G., Professeur au Collège N.-D. de la Paix, Directeur du Musée des Bassins houillers, à Louvain.
237 * **Schrevens**, Docteur en médecine, à Tournai.
238 **Schroeder van der Kolk**, Docteur J. L. C., Lecteur de Géologie à l'Université d'Amsterdam (Pays-Bas).
239 **Sélys Longchamps** (Baron Edm. **de**), Sénateur, 34, boulevard de la Sauvenière, à Liége.
240 ** **Sélys-Longchamps** (Walter **de**), Sénateur, Docteur en droit, à Halloy (Ciney).
241 * **Semet-Solvay**, Louis, Ingénieur, 217, chaussée de Vleurgat, à Ixelles, lez-Bruxelles.
242 * **Semper**, J. Otto, au Musée d'Histoire naturelle de Hambourg.
243 **Senzeilles** (Baron **de**), au Château de Clairfayt, par Anthée, et 59, rue de Namur, à Bruxelles.
244 **Seulen**, F., Ingénieur, Chef de section aux chemins de fer de l'État, à Bruxelles-Nord.
245 **Severyns**, G., Industriel, 197, rue des Palais, à Bruxelles.

246 **Simoens**, G., Docteur en Sciences minérales, 2, rue Latérale, à Bruxelles.
247 **Slaghmuylder**, Charles, Ingénieur aux chemins de fer de l'État, 51, rue Saint-Bernard, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
248 **Smets**, G. (l'Abbé), Professeur au Collège Saint-Joseph, à Hasselt.
249 **Smith**, Alberto Ricardo, Dr, Ingénieur civil, 7, avenue Ouest, à Caracas (Venezuela).
250 * **Solvay**, Ernest, Industriel, rue des Champs-Élysées, 45, à Ixelles-lez-Bruxelles.
251 * **Sonveaux**, Nestor-Vincent, Ingénieur, Géomètre expert, 16, rue des Tonneliers, à Charleroi.
252 **Spyers**, Docteur A., 84, rue Bréderode, à Anvers.
253 **Squilbin**, Henri, Ingénieur, 8, avenue des Arts, à Anvers.
254 **Stainier**, X., Professeur à l'Institut agricole, à Gembloux.
255 **Stefanescu**, Gregoriù, Professeur de géologie à l'Université, Directeur du Bureau géologique, 8, Strada Verde, à Bucharest.
256 **Steurs** A., Président de la Compagnie intercommunale des eaux et Bourgmestre de Saint-Josse-ten-Noode.
257 * **Storms**, Raymond, membre de diverses sociétés savantes, au Château de Oirbeek, près Tirlemont.
258 **Storms**, Ernest, Ingénieur, Chef de service au vicinal, à Schepdael.
259 **Stuer**, Alexandre, Directeur du Comptoir de géologie et de paléontologie, 40, rue des Mathurins, à Paris.
260 **Szajnocha**, Ladislas, Professeur à l'Université de Cracovie.
261 **Tackels**, Capitaine, 21, Square Marie-Louise, à Bruxelles.
262 **Tacquenier**, Alexandre, Admr dél. des Carrières Tacquenier, à Lessines.
263 **Tanaka**, Akamaro, Suido bata 2 chiome n° 42, Koishikawa, Kobinata, Tokio, Japon.
264 **Tedesco**, E. Chef d'État-major de la position de Liége, 17, rue Hulos, à Liége.
265 **Tempels**, P., Auditeur général de la Cour militaire, 2, avenue Louise, à Bruxelles.
266 **Terlinden**, Sénateur, 259, rue Royale à Bruxelles.
267 **Théodor**, L., Avocat, Membre de la Chambre des Représentants, 22A, rue du Luxembourg, à Bruxelles.
268 **Tihon**, Dr, à Theux.
269 **Timmerhans**, L., Inspecteur général au Corps des mines, 13, rue Nysten, à Liége.
270 **Tournai** (Administration Communale de le Ville de).
271 **Trabucco**, Giacomo, Professeur d'Histoire naturelle à l'Institut technique de Piacenza (Italie).
272 **Ulens**, J. Léon, Ingénieur, 121, rue du Trône, à Bruxelles.
273 **Urban**, Ad., Dr de la Comp. des Carrières de Quenast, 17, place de l'Industrie à Bruxelles.
274 **Van Bellingen**, Constant, Ingénieur, 133, rue de la Source, à Bruxelles.
275 **Van Bogaert**, Clément, Ingénieur des chemins de fer de l'État, 25, rue Dodoens, à Borgerhout, lez-Anvers.
276 **Van Calcker**, Dr F. J. P., Professeur à l'Université, à Groningue (Pays-Bas).
277 **Van Dam**, Ed., Étudiant, 138, avenue Louise, à Bruxelles.

278 ** **Van den Broeck**, Ernest, Géologue, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.
279 **Vandenperre**, Directeur-gérant des brasseries Artois, à Louvain.
280 **Van den Steen de Jehay** (Comte F.), 13, rue de la Loi, à Bruxelles.
281 **Van der Bruggen**, Louis, Paléontologue, Membre de diverses sociétés savantes, 109, rue Belliard, à Bruxelles.
282 **Vander Kindere**, Léon, Professeur à l'Université libre de Bruxelles, 51, Avenue des Fleurs, à Uccle.
283 **Vanderschueren**, Pierre, Ingénieur des ponts et chaussées, à Ostende.
284 **Van Hoegaerden**, Ferd., 129, rue Stassart, à Ixelles.
285 **Van Hoegaerden**, Paul, Conseiller provincial, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.
286 **Van Meurs**, Ingénieur en chef des Travaux de la Ville de Mons, rue des Grcseilles, à Mons.
287 **Van Mierlo**, J.-C., Ingénieur à la Compagnie internationale des Wagons-Lits et des Grands Express européens, 3, rue Fournial, à Paris.
288 **Van Overloop**, Eugène, Membre du Conseil de surveillance du Musée R. d'Histoire Naturelle, 152, rue Royale, à Bruxelles.
289 * **Van Scherpenzeel-Thim**, Jules, Ingénieur en chef, Directeur général honoraire des mines, 34, rue Nysten, à Liége.
290 **Van Ysendyck**, Paul, Ingénieur, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
291 * **Vasseur**, Gaston, Dr ès-sciences, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences, 110, boulevard Longchamps, à Marseille.
292 * **Vélain**, Charles, Maître de conférences à la Sorbonne, 9, rue Thénard, à Paris.
293 * **Verstraeten**, Théodore, Directeur général de la Compagnie générale pour l'éclairage et le chauffage au gaz, 28, rue Marie de Bourgogne, à Bruxelles.
294 **Venukoff**, Paul, Docteur, Privat-Docent de paléontologie à l'Université de St-Pétersbourg, au Musée géologique de l'Université, à St-Pétersbourg.
295 **Vogelaere**, P., Inspecteur principal aux chemins de fer de l'État, 13, rue Botanique, à Bruxelles.
296 **Walin**, Ed., Ingénieur des ponts et chaussées, 83, rue des Deux-Tours, à Bruxelles.
297 **Wauters**, J., Chimiste de la Ville, 83, rue Souveraine, à Ixelles.
298 **Wichmann**, Arthur, Dr Phil., Professeur à l'Université, à Utrecht (Hollande).
299 **Wielemans-Ceuppens**, Industriel, 78, avenue du Midi, à Bruxelles.
300 **Wiener**, L. Étudiant, 71, rue de la Loi, à Bruxelles.
301 **Wiener**, Sam., Avocat, Conseiller provincial du Brabant, 9, avenue de l'Astronomie, à Bruxelles.
302 **Willems**, J., Capitaine commandant du Génie, 25, rue Breughel, à Anvers.
303 * **Wittouck**, Paul, Industriel, 20, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.
304 * **Zlatarski**, Georges, Géologue et Minéralogiste de la Principauté bulgare, à Sofia (Bulgarie).
305 **Zurcher**, Philippe, E. Frédéric, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, 85, boulevard Sainte-Hélène, Mourillon, à Toulon (France).

Membres Associés Régnicoles.

1 **Avanzo**, Stephano, rue d'Aremberg, 44, à Bruxelles.
2 **Bastin**, Ch., Ingénieur aux chemins de fer de l'État, à Bruxelles (Midi).
3 **Bayet**, Alphonse, Étudiant, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.
4 **Bommer**, Ch., Attaché au Jardin botanique de l'État, 19, rue des Petits-Carmes, à Bruxelles.
5 **Bosmans**, Jules, 3, place du Champ de Mars, à Ixelles (Bruxelles).
6 **Bourgeois**, L., Comptable au Musée royal d'Histoire naturelle, 28, rue Froissart, à Ixelles.
7 **Bruneel**, Frédéric, Ingénieur aux chemins de fer de l'État, Gare du Nord, à Bruxelles.
8 **Coomans**, L., Propriétaire, 3, rue des Brigittines, à Bruxelles.
9 **Dassesse**, Charles, Ingénieur aux chemins de fer de l'État, 87, rue Ducale, à Bruxelles.
10 **Dauphin**, G., Chef de bureau au Ministère des chemins de fer, etc., 44, rue Vonck, à Schaerbeek.
11 **Deblon**, A., Ingénieur de la Compagnie intercommunale des eaux, 7, rue de la Ruche, à Bruxelles.
12 **De Bullemont**, Emm , 39, rue de l'Arbre bénit, à Bruxelles.
13 **Delville**, Édouard, Chimiste, rue de Monnel, à Tournai.
14 **Devaivre**, Lucien, Attaché au Secrétariat du Service géologique, 151, rue Potagère, à Saint-Josse-ten-Noode.
15 **Dufief**, J., Professeur honoraire de géographie à l'Athénée royal de Bruxelles, Secrétaire général de la Société Royale belge de géographie de Bruxelles, 116, rue de la Limite, à Saint-Josse-ten-Noode.
16 **Dufourny**, Ingénieur princ. des ponts et chaussées, 104, rue de la Limite, à Saint-Josse-ten-Noode.
17 **Flamache**, Armand, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, Chargé de Cours à l'Université de Gand, 20, rue Stévin, à Bruxelles.
18 **Fontaine**, Ad., Géomètre du cadastre, à Vien-Anthisme, par Comblain-au-Pont.
19 **Gobert**, Auguste, Ingénieur, 222, chaussée de Charleroi, à Saint-Gilles.
20 **Grange**, Camille, Chef de section aux chemins de fer de l'État, 17, rue de l'Esplanade, à Bruxelles.
21 **Hanrez**, Georges, Étudiant, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.
22 **Hauwaert**, M., Architecte, rue des Moulins, à Vilvorde.
23 **Hegenscheid**, Alfred, Instituteur à l'école moyenne B. de Bruxelles, 30, rue Gauthier, à Molenbeek-Saint-Jean.
24 **Houzeau**, A., fils, à Hyon, près Mons.
25 **Isabeau**, Valéry, Étudiant à l'Université libre, 135, rue Malibran, à Ixelles.
26 **Lambin**, Ingénieur des ponts et chaussées, 6, rue Sans-Souci, à Ixelles.
27 **Lara** (Alfred **de**), Ingénieur civil, à Raisnes (Nord).
28 **Loppens**, Ingénieur honoraire des ponts et chaussées, à Neerpelt.
29 **Lucion**, René, Docteur en sciences, 76, rue Maes, à Ixelles.
30 **Malvaux**, Alfred, Héliographe, 43, rue de Launoy, à Molenbeek-St-Jean, lez-Bruxelles.

31 **Noever**, J., Étudiant, 86, boulevard du Hainaut, à Bruxelles.
32 **Noulet**, Édouard, Industriel, à Bracquegnies (Hainaut).
33 **Pavoux**, Eugène, Industriel, 14, rue de Launoy, à Bruxelles.
34 **Petit**, Julien, Peintre-Décorateur, 15, rue de Berlin, à Ixelles.
35 **Ryckx**, Jules, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 150, chaussée de Charleroi, à Bruxelles, ou Deeweg, à Uccle.
36 **Schweisthal**, Richard, Traducteur à l'Agence Havas, 16, boulevard du Nord à Bruxelles.
37 **Thomas**, Émile, Ingénieur, 13, rue Terre-Neuve, à Bruxelles.
38 **Van den Bogaerde**, H., Ingénieur aux chemins de fer de l'État, 68, rue Royale, à Bruxelles.
39 **Vandeveld**, Émile, Architecte-Entrepreneur, 18, rue de la Commune, à Bruxelles.
40 **Van Drunen**, James, Ingénieur, 9, rue des Champs-Élysées, à Ixelles (Bruxelles).
41 **Van Lint**, Ingénieur civil, 115, rue Joseph II, à Bruxelles.
42 **Van Ysendyck**, Maurice, Architecte, Attaché à la Commission royale des monuments, 58, rue de la Source, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
43 **Van Ysendyck**, Jules, Architecte, Membre de la Commission royale des monuments, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
44 **Van Werveke**, A., Professeur à l'École moyenne de Gand, 48, boulevard d'Ekkergem, à Gand.
45 **Weyers**, J., 35, rue Joseph II, à Bruxelles.
46 **Zune**, **A.**, Directeur du *Moniteur du Praticien*, à Bruxelles.

Membres décédés en 1896.

A. R. **J. Anten**, à Hasselt.
H. **H.-E. Beyrich**, à Berlin.
A. E. **J.-G. Bornemann**, à Eisenach.
H. **A. Daubrée**, à Paris.
H. **J.-W. Dawson**, à Montréal.
E. **L. De Busschere**, à Bruxelles.
E. **G. Michelet**, à Bruxelles.
H. **J. Prestwich**, à Soreham.
A. E. **F.-M. Stapff**, à Weissensee.

RÉCAPITULATION AU 17 FÉVRIER 1897

Membre protecteur		1
Membres honoraires		45
Membres associés étrangers		23
Membres payants 351 :	effectifs	305
	associés régnicoles	46
		420

Composition du Comité permanent d'étude des

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION BELGES

constitué sous les auspices et parmi les membres de la

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE (BRUXELLES).

Président :

BERGER, L., Administrateur-Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées, rue Rogier, 311, Bruxelles.

Secrétaire :

VAN BOGAERT, CL., Ingénieur principal des Chemins de fer de l'Etat, chargé de la construction de la Gare d'Anvers, 25, rue Dodoens, Borgerhout (Anvers).

Membres :

BAYET, L., Ingénieur-Géologue, Membre de la Commission géologique de Belgique, à Walcourt (Hainaut).

CUVELIER, E., Capitaine commandant du Génie ; Professeur à l'Ecole militaire, rue de Milan, 31, à Ixelles (Bruxelles).

DE SCHRYVER, F., Ingénieur en chef-Directeur des Ponts et Chaussées, rue du Prince-Royal, 29, à Bruxelles.

DOLLO, L., Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, à Bruxelles.

GOBERT, A., Ingénieur-Expert, chaussée de Charleroi, 222, à Saint-Gilles (Bruxelles).

GOSSELET, J., Correspondant de l'Institut de France ; Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Lille.

HANKAR, P., Architecte, rue Defacqz, 63, à Bruxelles.

HANS, J., Ingénieur civil, rue du Commerce, 101, à Bruxelles.

JOTTRAND, G., Ancien Représentant ; Président de la *Section d'applications* de la Societé, rue de la Régence, 39, à Bruxelles.

LAHAYE, CH., Ingénieur en chef-Directeur des Ponts et Chaussées, rue de Pascale, 34, à Bruxelles.

LOSSEAU, Léon, Chimiste, à Anvers.

LECHIEN, Ad., Ingénieur en chef des Chemins de fer de l'État, à Arlon.

LUCION, R., Docteur en Sciences et Chimiste, rue Maes, 76, à Ixelles.

MONNOYER, L., Entrepreneur, avenue Louise, 252, à Bruxelles.

MOURLON, M., Membre de l'Académie royale des Sciences, Secrétaire de la Commission géologique de Belgique, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

RABOZÉE, H., Lt du Génie, Répét^r à l'Ecole militaire, rue du Conseil, à Ixelles.

RENARD, A., Président de la *Société belge de Géologie*, Membre de l'Académie royale des Sciences ; Professeur de Minéralogie et de Géologie à l'Université de Gand, rue de la Station, à Wetteren.

ROELOFS, P., Directeur de la briqueterie de Ter Elst, rue des Tanneurs, à Anvers.

RUTOT, A., Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle ; Secrétaire de la *Section d'applications* de la Société, rue de la Loi, 177, à Bruxelles.

STAINIER, X., Membre de la Commission géologique, Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

VAN DEN BROECK, E., Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle ; Secrétaire général de la *Société belge de Géologie ;* Secrétaire de la *Section des Sciences* à l'Exposition internationale, place de l'Industrie, 39, à Bruxelles.

WILLEMS, J., Capitaine commandant du Génie, 25, rue Breughel, à Anvers.

NOTA. — Les membres de la Société qui désirent prendre part aux réunions et aux travaux du *Comité des Matériaux* sont priés d'en informer le Bureau, qui leur fera envoyer les documents et convocations nécessaires.

LISTE DES OUVRAGES

NON PÉRIODIQUES REÇUS EN DON

par la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.

PENDANT L'ANNÉE 1896.

DONS D'AUTEURS

(La pagination se rapporte aux Procès-Verbaux.

Arctowski (H.), 143.
Barrat (H.), 5.
Béclard (F), 7, 49.
Bittner (A.), 37, 71.
Bonneau (J.), 5.
Bonney (T. G.), 142.
Boule (M.), 5, 6, 71.
Bourdariat. 143.
Brogger (W. C.), 6
Cadell (H. M.), 142.
Cartailhac (E), 6.
Chamberlin (T. C.), 71.
Choffat (P.), 15, 181.
Cornet (J.), 15, 37. 67, 86, 142.
Credner (H.), 6.
Dawson (W.), 6.
Delheid (Ed.), 71.
Dewalque (G.), 37.
Dollfus (G.), 207.
Draghicenu (M.), 207.
Dupont (E.), 143.
Erens (A.), 15, 143.
Foresti (F.), 15.
Fornasini (C.), 142.
François (Chr.), 39.
Gaudry (A.), 6, 142.
Gaupillat (G.), 37.
Girardot (L A.), 37.
Glangeaud (P), 6.
Gosselet (J.), 38.
Gulliver (F. P.), 67.
Hans (J.), 143, 207.
Heim (A.), 7.
Issel (A.), 142.
Jones (Rupert), 142.
Kirby (J. W.), 142.
Lahaye (Ch.), 39.
Lancaster (A), 38.
Lang (O.), 49, 86, 181.
Lapparent (A. de), 38.
Launay (L. de), 38.
Lechien (V.), 143.
Losseau (L.), 143.
Martel (A.), 38.
Martel (E. A.), 38.
Mieg (M.), 67.
Mojsisovics (E. von), 39.
Munck (E. de), 143.
Pohlig (H.), 143.
Polis (P.), 142.
Rome (Th.), 143.
Romieux (Cne A.) 39.
Rutot (A.) 7, 86.
Sacca (D. E.), 39.
Sacco (F.), 142, 143.
Sandberger (F. V.), 142.
Stainier (A.), 39.
Stainier (X.), 207.
Storms (R.), 39.
Tackels (C. J.), 71.
Tihon 142.
Urioste (A), 181.
Van den Broeck (E.), 39, 142, 143.
Van Ermengem 71.
Van Overloop (E.), 86.
Vénukoff (P.), 207.
Verstraeten (Th.), 15.
Vincent (J.), 86.

ÉCHANGES PÉRIODIQUES

La présente énumération est destinée à servir d'*accusé de réception* pour les périodiques reçus dans le courant de 1896.

EUROPE

ALLEMAGNE

Berlin. Kön. Preuss. Akademie der Wissenschaften.
Mathem. und. Naturw. Mittheilungen. Jahrg. 1895. Heft. 8-10; 1896 H. 1-6.

— Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.
Zeitschrift. Band XXX (1895) Heft 6; XXXI (1896).
Verhandlungen. Band XXII (1895), Heft 10; XXXIII (1896) 1-10.

— Deutsche geologische Gesellschaft.
Zeitschrift. Band XLVII (1895), Heft 3. 4; XLVIII (1896), 1-4.

Bonn. Naturhistorischer Verein der Preuss. Rheinl. und Westph.
Verhandlungen, 51e Jahrg. (1894), Heft 2; 52e (1895), 53e (1896).

— Niederrh. Gesellschaft für Nat. und Heilkunde.
Sitzungsberichte 1896, Heft 1-2.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Isis.
Sitzungsberichte und Abhandlungen (1895), 2e; (1896), 1e, 2e.

Frankfurt a/M. Senckenbergische naturforschende Gesellschaft.
Abhandlungen. Bd. XIX, Heft 2.
Berichte. Jahrg. 1896.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft.
Berichte, Bd. IX, 1896.

Giessen. Oberhessische Gesellsch. für Natur-und Heilkunde.
130 (1896).

Göttingen. Kön. Gesellsch. der Wissenschaften.
Mathem. physik. Kl. *Nachrichten*, 1895, Heft 4. 1896.
Geschäftliche Mittheil. *Nachrichten*, 1896.

Halle. Kön. Leopold. Car. Akad. d. Naturforsch.
Leopoldina. XXXI (1895), XXXII (1896).
Nova Acta. LXIII (1894) n° 1.

Leipzig. Geologische Specialkarte des Königreichs. Sachsen.
Blatt: Hirschfelde — Reichenau; Zittau — Oybin — Lausche.
Cartes et Textes.

München. K. B. Akademie der Wissenschaften.
(Mathem.-physikal. Klasse).
Sitzungsber. Jahrg. 1895, Heft 3, 4; 1896.
Abhandlungen Bd XIX 1896 1. 2.

Rostock. Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg.
Archiv. (1896) 1-2.

AUTRICHE-HONGRIE

Budapest. Kön. Ungarische Geologische Anstalt.
Mittheilungen. Bd. X (1896) 8.
Jahresbericht. 1893. 1894. 1895.
— Ungarische Geologische Gesellschaft.
Földtani Közlöny, XXV (1895) 6-12; XXVI (1896).

Cracovie. Académie des Sciences.
Bulletin international, 1895, n°s 8-10, 1896.
Rosprawy XII (1896).
Zareckny, *Atlas geologiczny Galicyi*, Texte et Atlas.

Wien. K. Akademie der Wissenschaften.
(Mathem. naturw. Klasse).
Denkschriften. Bd. LXII (1895).
Sitzungsberichte (1895).
— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum.
Annalen, X (1895).
— K. K. Geologische Reichsanstalt.
Verhandlungen (1896).
Jahrbuch XLV (1895); XLVI (1896).

BELGIQUE

Anvers. Société royale de Géographie d'Anvers.
Bulletin, t. XX, fasc. 2-4.

Bruxelles. Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.

Bruxelles. *Bulletin*, 3e série, t. 29 (1895); nos 9-12, 30 (1895); 31 (1896); 32 (1896).
Mémoires cour., in-8o, t. LIII (1895-96).
Annuaire, 62e année (1896).
— Annales des travaux publics de Belgique.
T. LII (1895), nos 3, 4.
— Association belge des Chimistes.
Bulletin, 9e année (1895-96), no 10.
— Commission géologique de Belgique.
Carte géologique au 40.000e, 3e livraison.
— Ciel et Terre.
16e année (1895-96), nos 19-24; 17e année (1896-97), nos 1-12.
— La Technologie sanitaire.
1re année (1895-96), no 12.
— Ministère de l'Agriculture et des Travaux publics.
Bulletin de l'Agriculture, t. XI (1895), nos 3-7.
— Observatoire royal de Belgique.
Bulletin quotidien (1896).
Annuaire 63e année (1896.)
Annales (1894, 1895).
— Société belge de Microscopie.
Bulletin, 22e année (1895-1896).
Annales, t. XIX (1895), t. XX (1896).
— Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.
Bulletin, t. VIII (1894), fasc. 4, t. IX (1895) fasc. 2, 3.
— Société d'Archéologie de Bruxelles.
Annuaire, t. VII (1896).
Annales, t. X (1896).
— Société royale belge de Géographie.
Bulletin (1895), no 6 (1896), nos 1-3.
— Société belge d'Astronomie.
Compte rendus mensuels, t. II (1896-97), nos 1-2.
Annuaire (1896).
— Société royale de Médecine publique.
Tablettes mensuelles (1895), janvier à octobre; novembre et décembre (1896).
Bulletin, vol. XII (1895-96), fasc. 4; vol. XIII (1896-97), fasc. 1.
— Société scientifique de Bruxelles.
Annales, 19e année (1894-1895).
Revue des Questions scientifiques, 2e série, t. IX et X (1896).

Huy. Cercle des Naturalistes hutois.
Bulletin (1895), nos 2-4..

Liége. Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, etc.
40e année, t. XXXVI (1896), no 3.

— Société géologique de Belgique.
Annales (Bulletin et Mémoires), t. XXII (1894-95), 3e livraison.

DANEMARK

Copenhague. The Danish Biological Station.
Report, V (1894).

ESPAGNE

Madrid. Comision del Mapa geologico de España.
Boletin, vol. XX (1895), vol. XXI (1896).

FRANCE

Abbeville. Société d'Émulation.
Mémoires, t. I (1895).
Bulletin (1894), nos 3 et 4 (1895).

Angers. Société d'Études scientifiques.
Bulletin (1895).

Autun. Société d'Histoire naturelle d'Autun.
Bulletin, VIIe (1894).

Caen. Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres.
Mémoires (1895).

Lille. Société géologique du Nord.
Annales, t. XXIII (1895), 4e livraison.

Nantes. Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France.
Bulletin, t. IV (1894), 4e trimestre ; t. V, 2e, 3e et 4e trimestres.

Paris. Institut de France. Académie des Sciences.
Comptes rendus hebdomadaires, t. CXXII et CXXIII (1896).

— Annales des mines.
T. VII (1895), livraison 12 ; t. VIII (1895), t. IX (1896), t. X (1896), livraisons 1-6.

— Carte géologique de la France (Ministère des travaux publics).
Bulletin des services, nos 46 à 52.

— Feuille des jeunes naturalistes.
IIIe série, nos 303 à 314.
Catalogue, t. XVII-XVIII (1896).

— Muséum d'Histoire naturelle.
Bulletin (1895), nos 7-8 (1896), nos 1-4.

Paris. Société française de minéralogie.
Bulletin, t. XVIII (1895), nos 7-8; XIX (1896), 1-6.
— Société géologique de France.
Comptes rendus des séances (1895), nos 16-18.
Bulletin, t. XXI (1893), no 9; t. XXII (1894); t. XXIII (1895), nos 2 à 8.
— Société de Spéléologie.
Bulletin (Spelunca) t. I (1895), no 4; t. II (1896), nos 5-7.
— Société de Géographie.
Comptes rendus des séances (1895), nos 14-16 (1896), nos 1-16.
Bulletin, t. XVI (1895), 4e trimestre; t. XVII (1896), nos 1-2.
— Société d'Hydrologie médicale.
Annales, t. I (1896).
Saint-Étienne. Société de l'Industrie minérale.
Comptes rendus mensuels (1895), décembre (1896), janvier à juillet.
Bulletin, t. IX (1895), nos 3-4; t. X (1896), nos 1, 2.
Toulouse. Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres.
Mémoires, t. VII (1895).

GRANDE-BRETAGNE

London. Geologists' Association.
Proceedings, vol. LIX (1895-96), nos 5-10.
— Geological Society.
Quarterly Journal, vol. LII (1896) nos 1, 2, 4.
— Royal Society.
Proceedings, vol. LIX (1896), nos 353-363.
Plymouth. Marine Biological Association of the United Kingdom.
Journal, vol. IV (1895-96), no 3.

ITALIE

Catane. Accademia Gioenia di Scienze naturali.
Bullettino, t. XLI (1895), t. XLII-XLIII (1896).
Atti, t. I (1889) à t. VIII (1895).
Milan. Societa Italiana di Scienze naturali.
Atti, vol. XXXV (1895-96), fasc. 3, 4; vol. XXXVI (1896-97), fasc. 1, 2.
Napoli. Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche (Societa reale di Napoli).

Rendiconto, serie 3, vol. I (1895), fasc. 11-12 ; vol. II (1896), fasc. 1-10.

Pisa. Societa Toscana di Scienze naturali.
Processi-Verbali, vol. X, 1e semestre.
Memorie, vol. XIV (1895).

Roma. R. Comitato Geol. d'Italia.
Bollettino, 1895, nos 3-4 ; 1896, nos 1, 2, 3.

— Societa Geologica Italiana.
Bollettino, t. XV (1896), fasc. 2.

— R. Uff. Central O. Meteorologie.
Bulletin quotidien.

— Societa Sismologica Italiana.
Bolletino (1895), vol. I, nos 2-5.

Turin. R. Accademia delle Scienze di Torino.
Atti, t. XXIV (1888-89) à t. XXX (1894-95), t. XXXI (1895-96), nos 1-11.

PAYS-BAS

Amsterdam. K. Akademie van Wetenschapen.
Verhandelingen (1896).
Verslagen, Deel IV (1896).
Jaarboek (1895.)

Leide. Geologische Leide Museum.
Sammlungen (1887-89).

PORTUGAL

Porto. Revista de Sciencias naturaes e sociaes.
Vol. IV (1895), nos 13-15.

RUSSIE

Helsingfors. Société de Géographie de Finlande.
Bulletin (Fennia), t. XI (1894).

Kiew. Société des Naturalistes.
Mémoires, t. XIV (1895), no 1.

Moscou. Société Impériale des naturalistes.
Bulletin, 1829 à 1832 ; 1837 à 1841 ; 1844 à 1849 ; 1853 à 1855 ; 1860, 1862, 1863, 1867, 1868, 1872 à 1895.
Mémoires, t. I (1811) à t. VI (1839).
Nouveaux mémoires, t. I (1829), t. VI (1839), t. IX (1851) à t. XV (1889).

Saint-Pétersbourg. Académie impériale des Sciences.
Bulletin, t. III (1895), n° 1.
Mémoires, VIIIe série, t. II (1895), ne 3.
— Russ. Kais. Min. Gesellschaft.
2e série, vol. XXXIII (1895).
— Comité géologique.
Bulletin, t. XIII (1894), nos 8-9 ; t. XIV (1895) ; t. XV (1896), nos 1-2.
Bibliothèque (1885 à 1895).
Mémoires, t. I (1883) à t. XV (1896).
— Société des Naturalistes de Saint-Pétersbourg.
Comptes rendus des séances, t. XXVI (1895), nos 5-8.
Travaux de la Société (Section de Géologie), t. XXIV (1896).
— Section géologique du Cabinet de Sa Majesté.
Travaux, t. I (1895).

SUÈDE

Lund. Universitas Lundensis.
Acta, t. XXXI (1895).
Stockholm. Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar.
Ofversigt (1894), nos 38-39.
Handlingar, Bd. 26 (1893), nos 4 et 6.
Bihang, t. XX-XXI (1896).
Upsala. Geological Institution of the University of Upsala.
Bulletin, vol. II (1894-95), nos 3-4.

SUISSE

Lausanne. Société géologique suisse.
Eclogæ geol. Helvetiæ, vol. IV (1896), n° 5.
— Musée d'Histoire naturelle.
Rapports des Conservateurs (1891 à 1893).
Zurich. Naturforschende Gesellschaft (1896).

TURQUIE

Constantinople. Observatoire impérial.
Bulletin (1895), août à décembre.

AMÉRIQUE

Albany. State Geologist.
Annual Report (1882 à 1888).

Baltimore. Johns Hopkins University.
American Chemical Journal, vol. XVII (1895), n° 10; vol. XVIII (1896), nos 1 à 9.
Circulars, vol. XV, nos 122 à 126.
Buenos-Aires. Museo nacional.
Anales, IV (1895).
Halifax. Nova Scotia Institute of Science.
Proceedings and Transactions, t. VI (1885), à t. VII (1892).
Lima. Sociedad Geografica.
Boletin, t. IV, n° 4; t. V (1895), nos 2-3.
New-Haven. American Journal of Science.
Vol. I (1896); vol. II (1896).
New-York. *Science*. New Serie, vol. III et IV (1896).
— Academy of Sciences.
Annals, t. VIII (1888) à t. XIII (1894).
Ottawa. Commission de Géologie et d'Histoire naturelle du Canada.
Rapport annuel, vol. VI (1893).
Philadelphie. Academy of Natural Science.
Proceedings (1895), part. 2; (1896), part. 1.
Journal, vol X, part. 3.
Rochester. Geological Society of America.
Bulletin, vol. VII (1896).
— Academy of Science.
Proceedings, t. I (1891); t. II (1894-95).
Topeka. Kansas Academy of Science.
Transactions, vol. XIV (1893-94).
Washington. Un. St. Geological Survey.
Bulletin, nos 123 à 126, 128 et 129, 131 à 134.
Annual Report, vol. XV (1893-94).
— The Microscope.
Vol. III (1895), part. 12; vol. IV (1896), part. 1 à 11.

AUSTRALIE

Melbourne. Secretary for Mines.
Annual Report (1895).
Sydney. Australian Museum.
Report (1895).
— Geological Survey.
Records, vol. I (1889) à vol. IV (1895), vol. V (1896), part. 1.
Memoirs (1887 à 1895).
— Department of Mines and Agriculture.
Annual Report (1895).

DÉSIGNATION DES FOSSILES NOUVEAUX

mentionnés, décrits ou figurés dans le présent volume.

NOMS DES ESPÈCES NOUVELLES.	Auteurs.	Age du gisement.	Mention	Description.	Figures.
Astralium Loëi, n. sp.	A. Rutot.	Crétacé.		Mém., p. 15.	Mém., p. 16.
Diastoma Loëi, n. sp.	A. Rutot.	Crétacé.		Mém., p. 21.	Mém., p. 21.
Serranus Wemmeliensis, n. sp.	Storms.	Éocène.	P.-V., p. 62.	Mém., p. 210.	Pl. V, fig. 1 et 2.
Apogon Macrolepis, n. sp.	Storms	Éocène.	P.-V., p. 62	Mém., p. 220	Pl. V, fig. 3 à 7.
Eomyrus Dolloi, n. gn., n. sp.	Storms.	Éocène.	P.-V., p. 63.	Mém., p. 225.	Pl. V, fig. 8 et 9 et pl. VI.

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE I.

Ed. Bernays. Fossiles rares ou nouveaux pour la faune des sables diestiens à " Isocardia Cor „.

PLANCHE II.

L. Bayet. Dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

PLANCHES III, IV, V ET VI.

R. Storms. Première note sur les poissons wemmeliens (éocène supérieur) de la Belgique.

PLANCHE VII.

J. Lorié. Dépôts calcaires de la mare de Rockanje.

PLANCHE VIII.

Harmer. Carte montrant la distribution approximative des terres et des mers dans le bassin Anglo-Hollandais pendant les époques successives de la période pliocène.

PLANCHE IX.

Excursion de la Société belge de Géologie aux Siebengebirge. — Basalte en colonnes, au Meerberg (ou Dusternich) près de Lintz, sur le Rhin.

PLANCHE X.

Excursion de la Société belge de Géologie aux Siebengebirge.

Fig. 1 et 2. Carrière basaltique du Dattenberg, près de Lintz.

Fig. 3 et 4. Carrière basaltique du Willscheid, montrant le contact du basalte sur le tuf de l'ancien cratère.

PLANCHE XI.

Excursion de la Société belge de Géologie aux Siebengebirge.

Épanouissement en gerbes variées, corrélatives aux surfaces multiples de refroidissement, des colonnes basaltiques du Minderberg, près de Lintz.

TABLE DES MATIÈRES
DES
COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES
DISPOSÉES SYSTÉMATIQUEMENT
ET PAR ORDRE DE CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE

—

Phénomènes géologiques.

	P.-V. PAGE	Mém. T. PAGE	et R. PAGE
E. Van den Broeck Les détonations mystérieuses et la prévision des coups de grisou	7		
G. Dollfus. Extension probable des mers pendant l'époque du Tertiaire supérieur dans l'ouest de l'Europe	9		
G. Dollfus Explosion de grisou et tremblement de terre	11		
** **E.-A. Martel.** Sur quelques anomalies de la température des sources	12		
** **E.-A. Martel.** Sur le gouffre de Gaping-Ghyll (Angleterre)	13		
** **E.-A. Martel.** Compte rendu sommaire de ses études spéléologiques récentes (1895)	46		
E.-A. Martel. Sur les siphons des sources et rivières souterraines.	70		
E. Van den Broeck. Quelques considérations sur la perméabilité du sol, sur l'infiltration pluviale et sur la condensation souterraine des vapeurs d'eau à propos des recherches et exposés de MM. Worré et Duclaux	95		
* **J. Gosselet.** Des conditions dans lesquelles s'est fait le dépôt du phosphate de chaux de la Picardie	121		
J. Cornet. A propos du récent tremblement de terre de la Belgique et du nord de la France	123		
Lancaster. Le tremblement de terre du 2 septembre 1896	132		
E. De Munck. Considérations au sujet du tremblement de terre du 2 septembre 1896	172		
** **Klementitch.** Un effondrement produit par le sable boulant à Brüx (Bohème)	177		
** Les oscillations du sol dans le centre	205		
X. Stainier. Stries pseudo-glaciaires observées en Belgique	212		
J. Lorié. Contributions à la géologie des Pays-Bas : VII. Les incrustations calcaires de la mare de Rockanje (près Brielle) et de quelques autres mares	216	**288**	
** Effets d'une recrudescence sismique sur le fond de la mer Caspienne	220		
** **V. Cornetz.** Sur une disposition particulière des dunes en Tunisie	220		
** Le tremblement de terre du 17 décembre 1896	221		
** Maroc. — Tremblement de terre	222		
Ch. de la Vallée Poussin. La géographie physique et la géologie.			60

	P.-V. PAGE	Mém. T. et R. PAGE	PAGE
Lithologie.			
** **E. Van den Broeck.** La météorite de Lesves, près Fosses . .	63		
* **L. Cayeux.** Note préliminaire sur la constitution des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie	119		
Paléontologie générale.			
E. Van den Broeck. A propos du dimorphisme des foraminifères et d'une récente communication de M. Schlumberger sur ce sujet	40		
L. Dollo. Sur la phylogénie des Siréniens	50		
E. Van den Broeck. Comment faut-il nommer les Nummulites en tenant compte de leur dimorphisme? Appel aux biologistes, géologues et paléontologistes	50		
L. Dollo. Sur l'origine des Siréniens	67		
Géologie des terrains primaires.			
E. Cuvelier. Organisation d'une collection de matériaux des roches primaires de la moyenne et de la basse Belgique rencontrés dans les forages et puits artésiens et destinés à favoriser le projet d'étude de M. Van den Broeck . . .	85		
E. Van den Broeck. Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire de la moyenne et de la basse Belgique à l'aide des matériaux fournis par les puits artésiens . .	110		
* Projet d'excursion dans les vallées de la Senne et de la Sennette	65		
Paléontologie des terrains primaires.			
L. Dollo. Sur quelques requins carbonifères *(résumé)* . . .	16		
L. Dollo. Un curieux brachiopode fossile : Richthofenia . .	149		
Géologie des terrains secondaires.			
* **de Muyser, Gérard et V. Dormal.** Compte rendu d'une excursion faite par la Société géologique du Luxembourg dans les bassins miniers d'Asch et de Petange	117	345	
L. Cayeux. Note préliminaire sur la constitution des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie	119		
J. Gosselet. Des conditions dans lesquelles s'est fait le dépôt du phosphate de chaux de la Picardie.	121		
Paléontologie des terrains secondaires.			
A. Rutot. Première note sur la faune des couches sénoniennes inférieures de la Méhaigne	19	3	
** Sur l'existence de Dinosauriens, Sauropodes et Théropodes dans le Crétacé supérieur de Madagascar, par Ch. Depéret.	48		

	P.-V. PAGE	Mém. T. et R. PAGE	PAGE
A. Rutot. Sur la faune de la glauconie de Lonzée *(résumé)* . .	67		
V. Dormal. Les Ammonites du Jurassique belge. Liste préliminaire	117	**280**	
L. Dollo. Le Hainosaure à Lonzée.	149		
** **Thévenin.** Nouveaux mosasauriens trouvés en France . .	218		

Géologie des terrains tertiaires.

* **G. Dollfus.** Extension probable des mers pendant l'époque du Tertiaire supérieur dans l'ouest de l'Europe	9		
G. Dewalque. Observations sur la communication de M. G. Dollfus, sur l'emploi du terme " Bolderien „.	23		
G. Dollf s. Réponse à M. G. Dewalque " Sur la véritable acceptation du mot " Bolderien „	24		
A. Rutot. Note sur quelques points nouveaux de la géologie des Flandres *(présentation d'un mémoire sur ce sujet)*. . .	43		
Ed. Bernays. Recherches dans les sables diestiens, dits à Isocardia Cor, mis à jour lors du creusement de l'écluse du bassin Lefèvre en 1894 et 1895	44	**117**	
* Projet d'excursion dans les vallées de la Senne et de la Sennette	65		
L. Bayet. Première note sur quelques dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse		**133**	
F. W. Harmer. Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge	68	**315**	
J. Gosselet. Coup d'œil sur le calcaire grossier du nord du bassin de Paris			29

Paléontologie des terrains tertiaires.

R. Storms. Première note sur les Poissons wemmeliens de la Belgique	62	**198**	
* Découverte par M. Van den Broeck de crabes oligocènes dans une exploitation d'argile de Boom au N.-W. de Duffel . .	69		
Ed. Pergens. Bryozoaires des environs de Buda		**359**	

Géologie des terrains quaternaires.

A. Rutot. Sur la teneur en carbonate de chaux du limon gris quaternaire	17		
J. Cornet. Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo	19	**144**	
A. Rutot. Sur un nouveau gisement de silex taillés, d'âge probablement intermédiaire entre le Paléolithique et le Néolithique	43		
A. Rutot. Observations nouvelles dans la plaine maritime . .	149		
A. Rutot. L'époque flandrienne, sa chronologie, ses sédiments, et les conséquences de leur étude	210		

	P.-V. PAGE	Mém. T. et R. PAGE	PAGE
Géologie régionale.			
* **G. Dollfus.** Extension probable des mers pendant l'époque du tertiaire supérieur dans l'ouest de l'Europe	9		
* **A. Rutot.** Première note sur la faune des couches sénoniennes inférieures de la Méhaigne	19	**3**	
* **J. Cornet.** Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo	19	**44**	
* **A. Rutot.** Note sur quelques points nouveaux de la géologie des Flandres *(Présentation d'un mémoire sur ce sujet)*	43		
* Projet d'excursion dans les vallées de la Senne et de la Sennette	65		
* **F.-W. Harmer.** Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge	68	**315**	
* **L. Bayet.** Première note sur quelques dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse		**133**	
* **E. Van den Broeck.** Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire de la moyenne et de la basse Belgique à l'aide des matériaux fournis par les puits artésiens	110		
De Muyser, Gérard et V. Dormal. Compte-rendu d'une excursion faite par la Société géologique du Luxembourg, dans les bassins miniers d'Esch et de Pétange	117	**345**	
* **J. Cornet.** A propos du récent tremblement de terre de la Belgique et du nord de la France	123		
* **J. Gosselet.** Coup d'œil sur le calcaire grossier du nord du bassin de Paris			29
* **A. Lancaster.** Le tremblement de terre du 2 septembre 1896	132		
* **E. De Munck.** Considérations au sujet du tremblement de terre du 2 septembre 1896	172		
* **A. Rutot.** L'époque flandrienne, sa chronologie, ses sédiments et les conséquences de leur étude	210		
** **V. Cornetz.** Sur une disposition particulière des dunes en Tunisie	220		
Hydrologie.			
** **E. A. Martel.** Sur quelques anomalies de la température des sources	12		
** **E. A. Martel.** Sur le gouffre de Gaping-Ghyll (Angleterre)	13		
* **P. Choffat.** Les eaux d'alimentation de Lisbonne	16	**161**	
** Congrès International d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie, Clermont-Ferrand 1896, IVe session.	45		
** **E. A. Martel.** Compte rendu sommaire de ses études spéléologiques récentes (1895)	46		
** **Worré.** Sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol, aux environs de la ville de Luxembourg (indication de la thèse défendue par l'auteur)	69		

	P.-V. PAGE	Mém. T. et R. PAGE	PAGE
** **E. A. Martel.** Sur les siphons des sources et rivières souterraines	70		
Délégation de la Société au Congrès d'Hydrologie de Clermont-Ferrand.	72		
* **F. E. H. Veeren.** Les ressources en eaux potables souterraines de Winterswyk (Gueldre). *(Présentation d'un travail en néerlandais sur ce sujet)*	76		
Kemna. Résumé des recherches de M. le Dr *Spring* sur la couleur naturelle des eaux. Applications des résultats acquis à l'examen des eaux potables	76	**241**	
Examen critique et contradictoire de la thèse de M. *Worré*, sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol et sur le rôle de la vapeur d'eau atmosphérique dans l'alimentation des eaux souterraines	79		
A. Rutot. Sur le nouveau procédé de stérilisation des eaux par l'ozone, d'après une étude de M. le Dr Van Ermengen *(résumé)*	79		
* **E. Cuvelier.** Organisation d'une collection de matériaux des roches primaires de la moyenne et de la basse Belgique rencontrés dans les forages et puits artésiens et destinés à favoriser le projet d'étude de M. Van den Broeck . . .	85		
A. Rutot. A propos d'un travail de M. J. Worré sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol	91		
* **E. Van den Broeck.** Quelques considérations sur la perméabilité du sol, sur l'infiltration pluviale et sur la condensation souterraine des vapeurs d'eau, à propos des recherches et exposés de MM. Worré et Duclaux	95		
* **E. Van den Broeck.** Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire de la moyenne et de la basse Belgique à l'aide de matériaux fournis par les puits artésiens . .	110		
Poskin. Compte rendu du Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie de Clermont-Ferrand . . .	152		
G. Jottrand. Rapport sur le mémoire en néerlandais présenté par M. F. E. L. Veeren sur l'hydrologie de Winterswyck . .	182		
E. Van den Broeck. Compte rendu d'une visite préliminaire à la source thermale de Comblain-la-Tour	185		
** **D. D. Kerr-Cross.** Esquisse d'une théorie sur l'origine des multiples nappes lacustres de l'Afrique équatoriale . .	220		
* **J. Hans.** Les Irrigations aux États-Unis d'Amérique. Compte rendu des études hydrologiques faites par le " U. S. Geological Survey "			3

P.-V. Mém. T. et R
PAGE PAGE PAGE

Varia.

E. Van den Broeck. Allocution adressée à M. le Prof. J. Gosselet, au nom de la Société, à l'occasion de sa promotion au rang d'Officier de la Légion d'honneur 4
* **E. Van den Broeck.** Les détonations mystérieuses et la prévision des coups de grisou 7
E. Van den Broeck. Adjonction d'une section scientifique à l'Exposition internationale de Bruxelles, en 1897 . . . 27
** **E. Van den Broeck.** Sur la création d'une Section des Sciences à l'Exposition internationale de Bruxelles, en 1897 . . 29
* **A. Rutot.** Sur un nouveau gisement de silex taillés, d'âge probablement intermédiaire entre le Paléolithique et le Néolithique 43
** Millénaire de la Hongrie. Congrès des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie 46
** Session extraordinaire de la Société géologique de France en Algérie 48
* **Ch. de la Vallée-Poussin.** La géographie physique et la géologie **60**
* **E. Van den Broeck.** La météorite de Lesves, près Fosses . . 63
Fixation de la date de l'excursion annuelle de 1896 . . . 72
G. Jottrand. Notice nécrologique sur G. A. Daubrée . . . 72
** Un record. — Un bloc de pierre de trois millions et demi de kilos. 84
E. Van den Broeck. La section des sciences à l'Exposition internationale de Bruxelles et projet de programme d'une exhibition géologique 87
G. Jottrand. Joseph Prestwich (1815-1896) *(communication orale)* 118
L. Dollo. H. E. Beyrich (1815-1896) 118
L. Dollo. J. G. Bornemann (1831-1896) 118
Les questions de concours et de desiderata proposées par la section des sciences de l'Exposition internationale de Bruxelles (1897) 144
Programme officiel de la classe de géologie à la Section des Sciences de l'Exposition de 1897 147
A. Fisch. Communication sur un nouveau modèle de microscope minéralogique 150
E. Renevier. La chronographie géologique 195
G. Dollfus. Comparaison de la Légende de la carte géologique de la Belgique au 40.000e avec la Légende de la carte géologique de France. 202
** **Lemoine.** De l'application des rayons de Röntgen à la Paléontologie 204
Exposition de 1897. Section des Sciences. Classe de Géologie . 208
C. Van Bogaert. Formation d'une collection belge de matériaux de construction en vue de l'exhibition de la Section des Sciences à l'Exposition de 1897 208
L. Dollo. Discours annuel du Président. 223

	P.-V. PAGE	Mém. T. et R. PAGE	PAGE
L. Dollo. Discours du Président prononcé à l'occasion de la célébration du premier décennaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie	237		
Légende de la carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40.000e, dressée par ordre du Gouvernement, 2e édition (avril 1896)			37
J. Hans. A quoi peut servir une Société de géologie dans le domaine des applications pratiques. — Notice sur la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie pendant les dix premières années de son existence		I	

NOTA

Les communications dont le titre se trouve indiqué et répété deux ou plusieurs fois dans les diverses subdivisions de la table ci-dessus, sont désignées, à chaque répétition, par un astérisque en marge de la désignation du titre.

Les communications dont le titre se trouve précédé de *deux* astérisques représentent des extraits, reproductions ou résumés, publiés dans les *Nouvelles* et *informations diverses*. Ce sont des articles non originaux.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME X (1896)

DU BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Composition du Bureau et du Conseil de la Société pour l'exercice 1896 . . . . . p. 2

Séance mensuelle du 28 janvier 1896.

E. VAN DEN BROECK. Allocution adressée à M. le professeur J. Gosselet, au nom de la Société, à l'occasion de sa promotion au rang d'officier de la Légion d'honneur . . . . . p. 4
E. VAN DEN BROECK. Les détonations mystérieuses et la prévision des coups de grisou . . . . . p. 7
DOLLFUS. G. Extension probable des mers pendant l'époque du tertiaire supérieur dans l'ouest de l'Europe . p. 9

Nouvelles et informations diverses.

Explosion de grisou et tremblement de terre . . . . . p. 7
Martel. Sur quelques anomalies de la température des sources . p. 12
Martel. Sur le gouffre de Gaping-Ghyll (Angleterre) . . . p. 13

Séance mensuelle du 25 février 1896.

L. DOLLO. Sur quelques requins carbonifères (*résumé*) . p. 16
P. CHOFFAT. Les eaux d'alimentation de Lisbonne (*résumé*) p. 16
A. RUTOT. Sur la teneur en carbonate de chaux du limon gris quaternaire . . . . . p. 17
A. RUTOT. Première note sur la faune des couches sénoniennes inférieures de la Méhaigne (*Présentation d'un mémoire sur ce sujet*) . . . . . p. 19

CORNET. J. Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le bassin du Congo . . . . . p. 19
DEWALQUE. G. Observations sur la communication de M. G. Dollfus sur l'emploi du terme « Bolderien » . p. 23
DOLLFUS. G. Réponse à M. G. Dewalque « Sur la véritable acception du mot Bolderien » . . . . . p. 24
E. VAN DEN BROECK. Adjonction d'une section scientifique à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897 . p. 27

Nouvelles et informations diverses.

E. Van den Broeck. Sur la création d'une section des Sciences à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897. . . p. 29

Séance mensuelle du 31 mars 1896.

VAN DEN BROECK. E. A propos du dimorphisme des Foraminifères et d'une récente communication de M. Schlumberger sur ce sujet . . . . . p. 40
A. RUTOT. Note sur quelques points nouveaux de la géologie des Flandres. (*Présentation d'un mémoire sur ce sujet*). . . . . p. 43
A. RUTOT. Sur un nouveau gisement de silex taillés, d'âge probablement intermédiaire entre le Paléolithique et le Néolithique . . . . . p. 43
Ed. BERNAYS. Recherches dans les sables diestiens, dits à Isocardia Cor, mis à jour lors du creusement de l'écluse du bassin Lefèvre en 1894 et 1895 (*résumé*). p. 44

Nouvelles et informations diverses.

Congrès International d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie. Clermont-Ferrand 1896, IVe session . . . p. 45
Millénaire de la Hongrie. Congrès des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie . . . . . p. 46
Compte-rendu sommaire des études spéléologiques récentes (1895) de M. *E. A. Martel* . . . . . p. 46
Session extraordinaire de la Société géologique de France en Algérie (*résumé*) . . . . . p. 48
Sur l'existence de Dinosauriens, Sauropodes et Théropodes dans le Crétacé supérieur de Madagascar par *Ch. Depéret* (*résumé sommaire*) . . . . . p. 48

Séance mensuelle du 28 avril 1896.

L. DOLLO. Sur la Phylogénie des Siréniens . . . p. 50
E. VAN DEN BROECK. Comment faut-il nommer les Nummulites en tenant compte de leur dimorphisme? — Appel aux biologistes, géologues et paléontologistes p. 50
R. STORMS. Première note sur les poissons wemmeliens de la Belgique (*résumé*) . . . . . p. 62
E. VAN DEN BROECK. La météorite de Lesves, près Fosses. p. 63
Programme d'une excursion proposée par MM. Cuvelier et Paquet dans les vallées de la Senne et de la Sennette p. 65

Séance mensuelle du 26 mai 1896.

Nomination d'un comité pour l'organisation d'une exhibition des matériaux de construction extraits du sol belge, dans la Section des Sciences de l'Exposition . . p. 66
L. DOLLO. Sur l'origine des Siréniens. (*Annonce de la publication d'un mémoire*) . . . . . p. 67
A. RUTOT. Sur la faune de la Glauconie de Lonzée (*résumé*) p. 67
W. HARMER. Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge (*résumé*) . . . . . p. 68
WORRÉ. Sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol, aux environs de la ville de Luxembourg. (*Mise à l'ordre du jour d'une discussion sur ce travail*) . . . . . p. 69
Découverte de Crabes oligocènes, par M. *Van den Broeck*, dans une exploitation d'argile de Boom au N.-W. de Duffel . . . . . p. 69

Nouvelles et informations diverses.

Martel. Sur les siphons des sources et rivières souterraines . p. 70

Séance de Science appliquée du 30 juin 1896.

Délégation de la Société au Congrès d'Hydrologie de Clermont-Ferrand (MM. *Félix*, *Lancaster* et *Poskin* nommés délégués) . . . . . p. 72
G. JOTTRAND. Notice nécrologique sur G. A. Daubrée . p. 72
A. RUTOT. Notice nécrologique sur L. DE BUSSCHERE . p. 75
F. E. H. VEEREN. Les ressources en eaux potables souterraines de Winterswyk (Gueldre) (*Présentation d'un travail en néerlandais sur ce sujet*) . . . p. 76

KEMNA. Résumé des recherches de M. le Dr Spring sur la couleur naturelle des eaux. — Applications des résultats acquis à l'examen des eaux potables. . p. 76
A. RUTOT. Sur le nouveau procédé de stérilisation des eaux par l'ozone, d'après une étude de M. le Dr Ermengen p. 79
Décisions prises au sujet de la publication par les soins et sous les auspices de la Société, d'une *Carte générale des fonds de la Mer du Nord*, et d'une *Carte lithologique des eaux belges de la Mer du Nord* par M. l'ingénieur *J.-C. Van Mierlo* . . . p. 82

Nouvelles et informations diverses.

Un record. — Un bloc de pierre de trois millions et demi de kilos . . . . . p. 84

Séance mensuelle du 28 juillet 1986.

E. CUVELIER. Organisation d'une collection de matériaux des roches primaires de la moyenne et de la basse Belgique rencontrés dans les forages et puits artésiens et destinés à favoriser le projet d'étude de M. *Van den Broeck* . . . . . p. 85
E. VAN DEN BROECK. La section des Sciences à l'Exposition Internationale de Bruxelles et projet de programme d'une exhibition géologique . . . . . p. 87
Examen critique et contradictoire de la thèse de M. *Worré*, sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol et sur le rôle de la vapeur d'eau atmosphérique dans l'alimentation des eaux souterraines p. 79
A. RUTOT. A propos d'un travail de M. J. Worré sur la profondeur de pénétration de l'eau pluviale dans le sol p. 91
E. VAN DEN BROECK. Quelques considérations sur la perméabilité du sol, sur l'infiltration pluviale et sur la condensation souterraine des vapeurs d'eau, à propos des recherches et exposés de MM. Worré et Duclaux . . . . . p. 95
E. VAN DEN BROECK. Exposé préliminaire d'un projet d'étude du sous-sol primaire de la moyenne et de la basse Belgique à l'aide des matériaux fournis par les puits artésiens. . . . . p. 110

DE MUYSER, GÉRARD ET V. DORMAL. Compte rendu d'une excursion faite par la Société géologique du Luxembourg, dans les bassins miniers d'Esch et de Pétange *(Présentation de ce compte rendu*. Voir les *Mémoires*, p. 345) . . . . . p. 117
V. DORMAL. Les Ammonites du Jurassique belge. — Liste préliminaire. (Voir aux *Mémoires*, p. 280) . . p. 117
JOTTRAND, G. — Joseph Prestwich (1815-1896) *(communication orale)* . . . . . p. 118
L. DOLLO. — H. E. Beyrich (1815-1890) . . . . . p. 118
L. DOLLO. — J. G. Bornemann (1831-1896) . . . p. 118
Programme sommaire des excursions proposées par la Session annuelle extraordinaire dans le Limbourg belge et hollandais et aux Siebengebirge . . . . . p. 118

Nouvelles et informations diverses.

Cayeux. Note préliminaire sur la constitution des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie . . . . p. 119
Gosselet. Des conditions dans lesquelles s'est fait le depôt du phosphate de chaux de la Picardie . . . . . p. 121

Annexes.

J. CORNET. A propos du récent tremblement de terre de la Belgique et du nord de la France. . . . . p. 123
LANCASTER. Le tremblement de terre du 2 septembre 1896 . p. 132

Séance mensuelle du 27 octobre 1896.

Les questions de concours et les desiderata proposés par la Section des Sciences de l'Exposition Internationale de Bruxelles (1897). *(Énumération des questions proposées)* . . . . . p. 144
Programme officiel de la *Classe de Géologie* à la Section des Sciences de l'Exposition de 1897 . . . . . p. 147
L. DOLLO. Un curieux brachiopode fossile : Richthofenia . p. 149
L. DOLLO. Le Hainosaure à Lonzée *(note résumée)* . . p. 149
A. RUTOT. Observations nouvelles dans la plaine maritime. p. 149
A. FISCH. Communication sur un nouveau modèle de microscope minéralogique . . . . . p. 150

POSKIN. Compte-rendu du Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie de Clermont-Ferrand . . . . . p. 152
E. DE MUNCK. Considérations au sujet du tremblement de terre du 2 septembre (1896) . . . . . p. 172
E. VAN DEN BROECK. Observations complémentaires à ce sujet . . . . . p. 175
E. VAN DEN BROECK signale des ossements de Mammouth trouvés sous 18 m. de limon hesbayen à Momalle et des vertèbres de *Plésiosaures* recueillis dans la craie phosphatée de Hesbaye, équivalent stratigraphique de la craie de Ciply . . . . . p. 177

Nouvelles et informations diverses

Klementitch de Engelmeyer. Un effondrement produit par le sable boulant à Brüx (Bohème) . . . . . p. 177

Séance mensuelle du 24 novembre 1896.

G. JOTTRAND. Rapport sur le mémoire en néerlandais, présenté par M. *E. F. L. Veeren* sur l'hydrologie de Winterswyck . . . . . p. 182
E. VAN DEN BROECK. Compte-rendu d'une visite préliminaire à la source thermale de Comblain-la-Tour . p. 185
L. DOLLO. L'origine du chat *(communication orale)* . . p. 195
E. RENEVIER. La chronographie géologique . . . p. 195

Annexe.

G. DOLLFUS. Comparaison de la Légende de la carte géologique de la Belgique au 40.000e avec la Légende de la carte géologique de France . . . . p. 202

Nouvelles et informations diverses.

Les oscillations du sol dans le centre . . . . . p. 200
Lemoine. De l'application des rayons de Röntgen à la paléontologie . . . . . p. 204

Séance mensuelle du 22 décembre 1896.

C. VAN BOGAERT. Formation d'une collection belge de matériaux de construction en vue de l'exhibition de la Section des Sciences à l'Exposition de 1897 . p. 208

A. RUTOT. L'époque flandrienne, sa chronologie, ses sédiments et les conséquences de leur étude. . . p. 210
X. STAINIER. Stries pseudo-glaciaires observées en Belgique p. 212
J. LORIÉ. Mémoire sur les incrustations calcaires de la mare de Rockanje (près Brielle) et de quelques autres mares (*résumé* présenté par le Commandant *J. Willems*) . . . . . p. 216

Nouvelles et informations diverses.

Thévénin. Nouveaux Mosasauriens trouvés en France . . p. 218
Dr D. Kerr-Cross. Esquisse d'une théorie sur l'origine des multiples nappes lacustres de l'Afrique équatoriale . . p. 220
Effets d'une recrudescence sismique sur le fond de la mer Caspienne . . . . . p. 220
V. Cornetz. Sur une disposition particulière des dunes en Tunisie . . . . . p. 220
Le tremblement de terre du 17 décembre 1896 . . . . p. 221
Maroc : tremblement de terre . . . . . p. 222

Assemblée générale de clôture de l'exercice 1896

TENUE LE 17 FÉVRIER 1897.

L. DOLLO. Discours annuel du Président . . . . p. 223
Fixation des jours et heures des séances mensuelles et des séances d'application . . . . . p. 229
Tableau indicatif des jours et heures des séances. Année 1897 p. 229
Fixation du chiffre de la cotisation et des prix de vente et d'abonnement des publications . . . . p. 229
Approbation des comptes de l'année 1896 et Rapport du Trésorier . . . . . p. 230
Session extraordinaire de 1897 et programme des excursions diverses . . . . . p. 232
Communications du Conseil (publications, bibliothèque, Exposition, Statuts, etc.) . . . . . p. 233
Présentation par le Conseil de nouveaux membres honoraires et associés étrangers . . . . . p. 235
Élections . . . . . p. 236
Discours de M. L. DOLLO, Président de la Société, prononcé à l'occasion de la célébration du premier décennaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie . . . . . p. 237

MÉMOIRES

A. RUTOT. Première note sur la faune des couches sénoniennes inférieures de la vallée de la Méhaigne . p. 3
J. CORNET. Les dépôts superficiels et l'érosion continentale dans le Bassin du Congo . . . . . p. 44
ED. BERNAYS. Recherches dans les sables diestiens dits à « Isocardia Cor » mis à jour lors du creusement de l'écluse du Bassin Lefèvre en 1894 et 1895 . . p. 117
L. BAYET. Première note sur quelques dépôts tertiaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse . . . . . p. 133
P. CHOFFAT. Les eaux d'alimentation de Lisbonne . . p. 161
R. STORMS. Première note sur les Poissons wemmeliens (Eocène supérieur) de la Belgique . . . . . p. 198
A. KEMNA. La couleur des eaux . . . . . p. 241
V. DORMAL. Les Ammonites du Jurassique belge. Liste préliminaire. . . . . p. 280
J. LORIÉ. Contributions à la géologie des Pays-Bas : VIII. Les incrustations calcaires de la mare de Rockanje (près Brielle) et de quelques autres mares p. 288
HARMER F. W. Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge . . . . . p. 315
DE MUYSER, GÉRARD et V. DORMAL. Compte rendu de l'excursion de la Société géologique du Luxembourg dans les bassins miniers d'Esch et de Pétange . p. 345
ED. PERGENS. Bryozoaires des environs de Buda . . p. 359

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

J. HANS. Les Irrigations aux États-Unis d'Amérique. Compte rendu des Études hydrologiques faites par le « U. S. Geological Survey » . . . . . p. 3
J. GOSSELET. Coup d'œil sur le calcaire grossier du nord du Bassin de Paris . . . . . p. 29
Légende de la Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40 000e dressée par ordre du Gouvernement, 2e édition (avril 1896) . . . . . p. 37
CH. DE LA VALLÉE-POUSSIN. La géographie physique et la Géologie . . . . . p. 60

Documents du décennaire.

J. HANS. A QUOI PEUT SERVIR UNE SOCIÉTÉ DE GÉOLOGIE DANS LE DOMAINE DES APPLICATIONS PRATIQUES. — **Notice sur la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie pendant les dix premières années de son existence (1887 à 1896)** . . . . . p. **1**

(Voir la table des matières détaillée de cette communication en tête de celle-ci).

Discours de M. L. DOLLO, Président. . . . . p. **35**
Souvenir reconnaissant aux fondateurs de la Société . . p. **40**
Liste des échanges de publication au 31 décembre 1896 . p. **41**

TABLES, INDEX ET LISTES

Liste générale des Membres de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie . . . . . p.
Composition du Comité permanent d'étude des matériaux de construction belges . . . . . p. XVI
Bibliothèque de la Société :
1° Liste des ouvrages non périodiques reçus en don par la Société pendant l'année 1896 . . . . . p. XVII
2° Liste des ouvrages périodiques reçus en échange par la Société pendant l'année 1896 . . . . . p. XVIII
Désignation des **fossiles nouveaux**, décrits ou figurés dans le présent volume . . . . . p XXVI
Table des **planches** . . . . . p. XXVII
Table des matières des **communications scientifiques**, disposées par ordre de **chronologie géologique** . . . . . p. XXVIII
Table générale des matières contenues dans le Tome X (1896) du Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. p. XXXV

DOCUMENTS DU PREMIER DÉCENNAIRE

Table des matières de la notice du premier décennaire . . . . . p. **2**
Tableau de statistique synthétique des nombres annuels et totaux des séances, excursions, travaux divers, etc., pendant la première période décennale : 1887 à 1896. . . . . p. **34**
Liste des premiers fondateurs de la Société . . . . . p. **40**
Liste générale des échanges périodiques faits par la Société . . . . p. **41**

ERRATA

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

P. 87, ligne 18, *au lieu de :* du 30 juin, *lisez :* 25 février.
P. 177, dans le *titre*, sous : Nouvelles et informations diverses,
au lieu de : à Boux (Bohême), *lisez :* Brüx (Bohême).
P. 179, ligne 24, » » » » » »
P. 237, ligne 19, » ave beaucoup » avec beaucoup.

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

P. 40, dans l'échelle stratigraphique du *Campinien*,
ligne 3, *au lieu de :* p2m, *lisez :* q2m.
P. 41, dans l'échelle stratigraphique du *Moséen*,
ligne 3, *au lieu de :* qtm, *lisez :* q1m.

MÉMOIRES

P. 283, ligne 20, ajouter Barnich.
P. 284, » 5, *au lieu de :* **Striatum**, Reinecke, *lisez :* **Henleyi**, Sow.
P. id. » 6, » pl. 83 » 82.
P. id. » 16, » **Capricornu** » **Capricornus**.
P. 285, » 17, » **Requinianum** » **Raquinianum**.
P. 287, » 8, » **Humphreisianum** » **Humphriesianum**.
P. 305, ligne 17 du chapitre III, *au lieu de:* (Pl. VII, fig. 3), *lisez :* (Pl. VII, fig. 2 et 3).
P. 306, ligne 2 » (Pl. VII, fig. 4), » (Pl. VII, fig. 4 et 5).
P. 306, ligne 12 *supprimez* (Pl. VII, fig. 5).

PLANCHES

Dans la planche VII, la figure 1 représente la *face inférieure* et la figure 2 la *face supérieure* de l'organisme figuré.

PLANCHE I

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

COQUILLES PLIOCÈNES, RARES OU NOUVELLES POUR LA FAUNE BELGE

recueillies dans les Sables diestiens à « Isocardia cor »

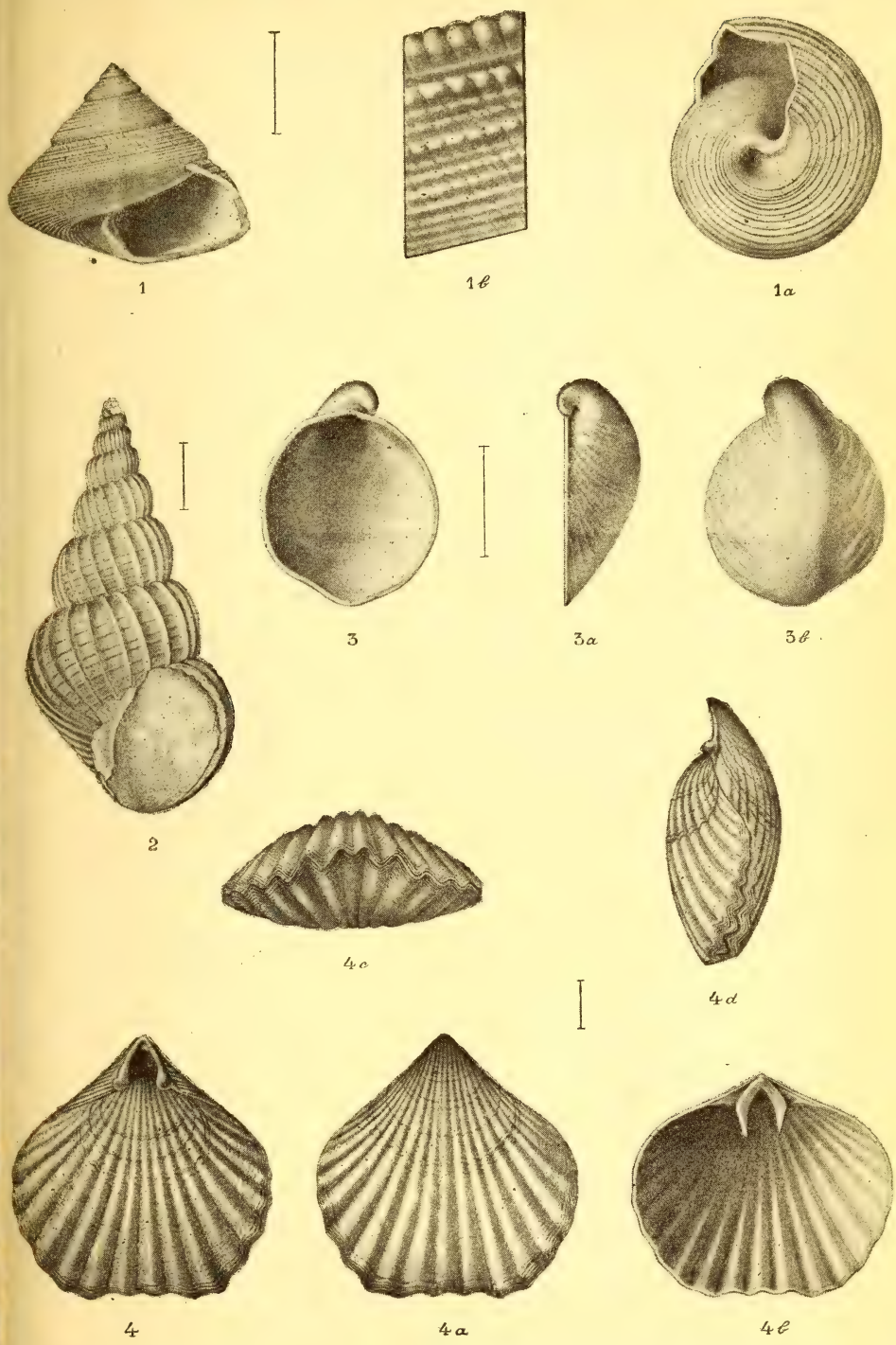
DE L'ÉCLUSE MARITIME, A ANVERS

Fig. 1, 1*a* et 1*b*. — *Trochus noduliferens*, S. Wood, *var.?*

Fig. 2. — *Scalaria Hennei*, Nyst.

Fig. 3, 3*a* et 3*b*. — *Capulus fallax*, S. Wood.

Fig. 4 et 4*a* et 4*d*. — *Rhynchonella Nysti*, Davidson.

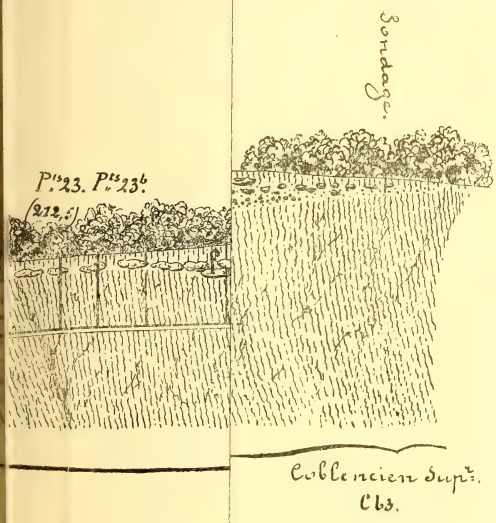


ED. BERNAYS. — Fossiles rares ou nouveaux pour la faune des Sables diestiens à « Isocardia cor ».

er.

00.

e suivant la galeri

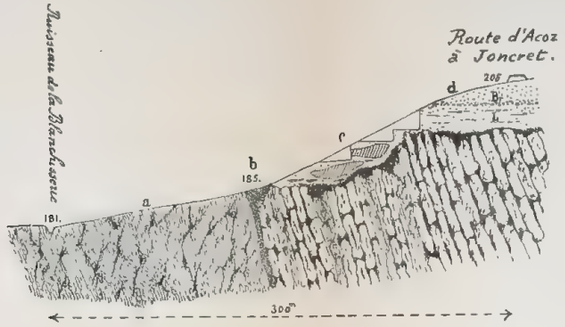


ERTIAIRES D

FIG. 1. — *Coupe schématique du plateau de Nalinnes, passant par les clochers de Nalinnes et de Gerpinnes* (voir p. 143.)

a. Formations quaternaires. — *b*. Formations tertiaires. — *c*. Formations d'altérations.
d. Formations crétacées. — *e*. Substratum primaire.

FIG. 2. – *Coupe diagrammatique au Sud de Lansprelle* (voir p. 145).

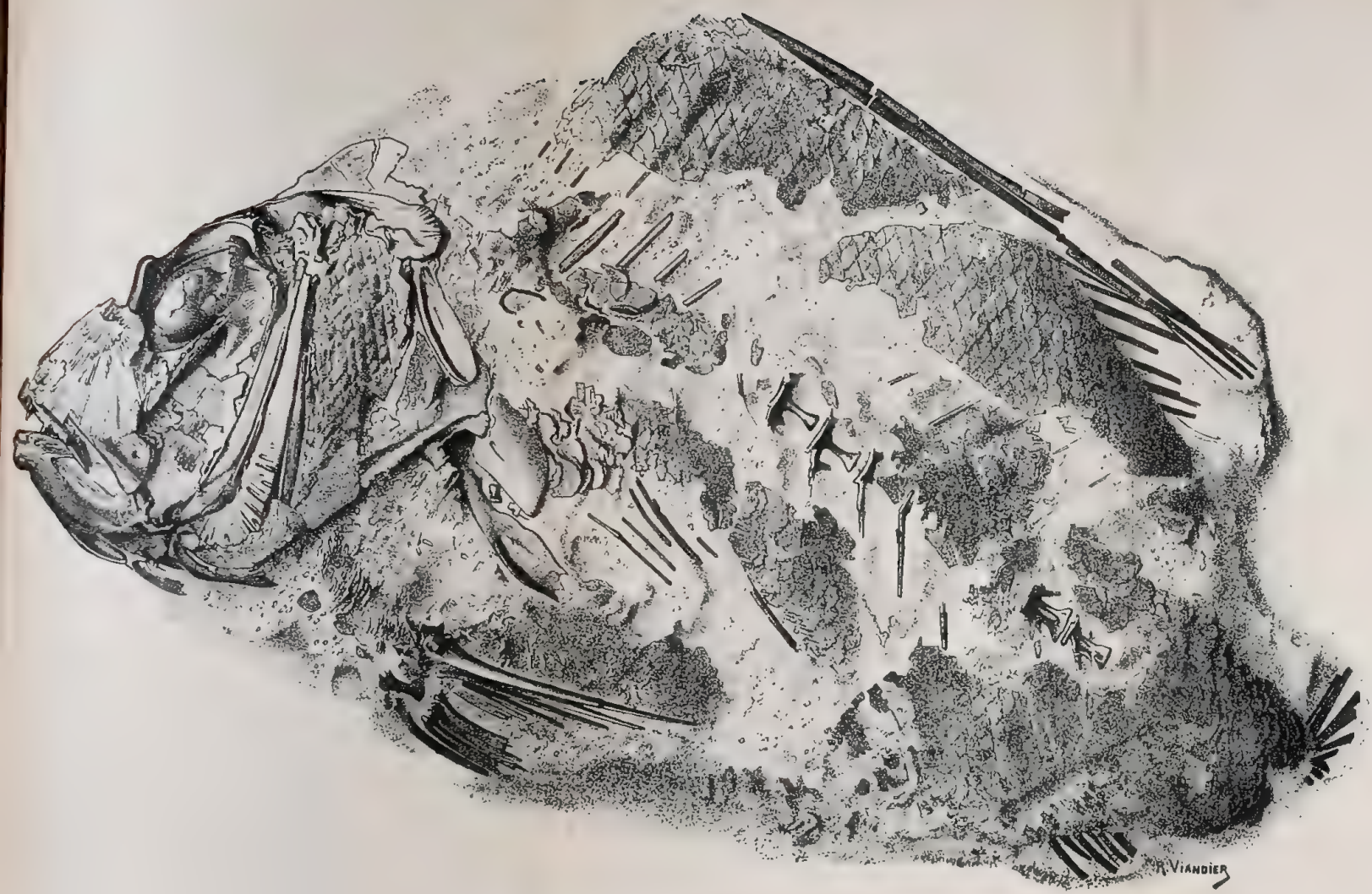


d. Formation tertiaire.
c. Formation supra-tertiaire.
b. Gisement de minerai de fer.
a. Substratum primaire.

FIG. 3. — *Coupe géologique suivant la galerie drainante des eaux de Charleroi.*

L. BAYET. — DÉPOTS TERTIAIRES DE L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE

ELGIQUE.



Ctenodentex (Dentex) laekeniensis, P.-J. Van Beneden.

R. STORMS. — PREMIÈRE NOTE SUR LES POISSONS WEMMELIENS (ÉOCÈNE SUPÉRIEUR) DE LA BELGIQUE.

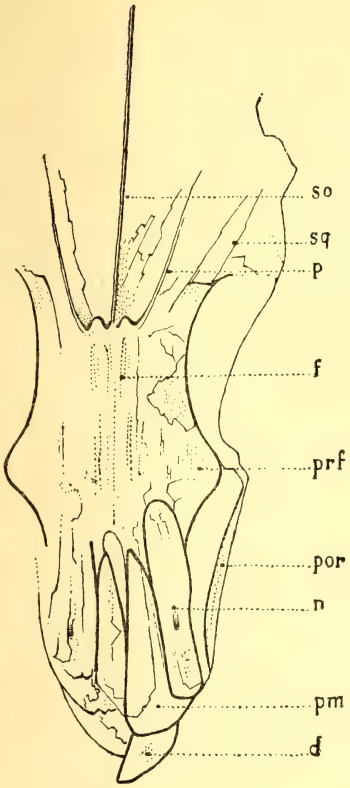
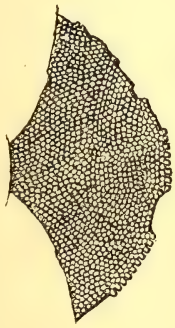


Fig. 5. — **Ctenodentex laekeniensis**
P.-J. Van Ben.

Crâne, face supérieure.



ig. 6. — **Ctenodentex laekeniensis**,
P.-J. Van Ben.

Écaille, grossie.

BELGIQUE.

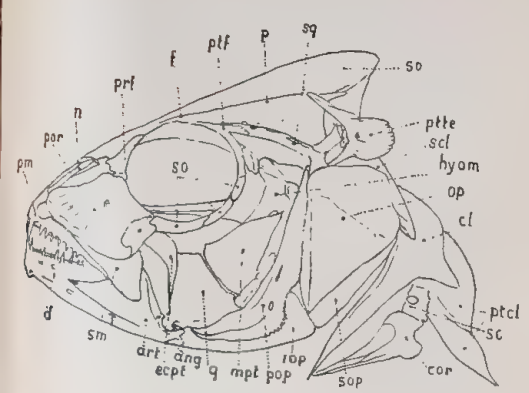


Fig. 1. — **Lutjanus griseus**, Cuv. et Val.

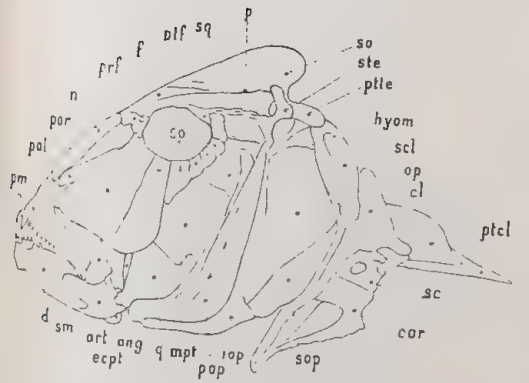


Fig. 2. — **Dentex vulgaris**, Cuv. et Val.

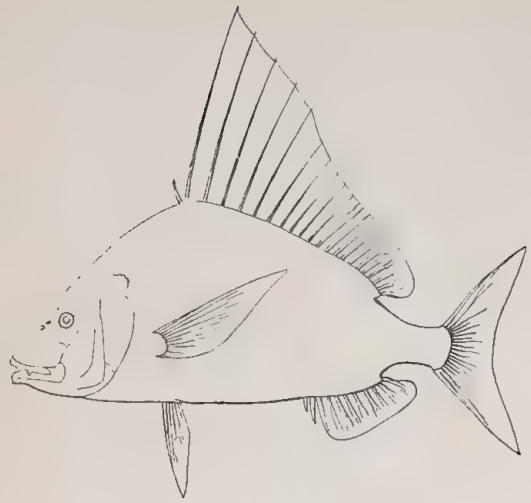


Fig. 3. — **Ctenodentex laekeniensis**, P.-J. Van Ben.
Restauration.

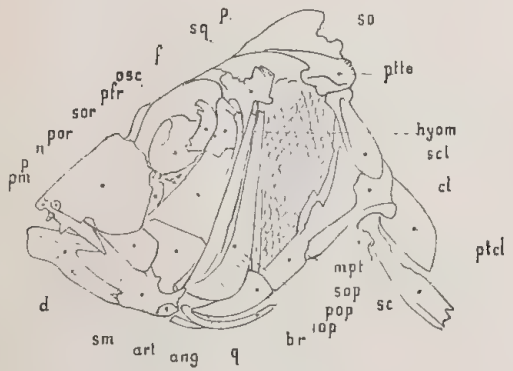


Fig. 4. — **Ctenodentex laekeniensis**, P.-J. Van Ben.
Crâne, profil.

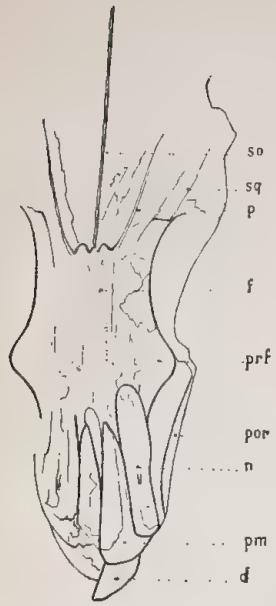
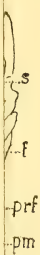


Fig. 5. — **Ctenodentex laekeniensis**
P.-J. Van Ben.
Crâne, face supérieure.

Fig. 6. — **Ctenodentex laekeniensis**.
P.-J. Van Ben.
Écaille, grossie.

R. STORMS. — PREMIÈRE NOTE SUR LES POISSONS WEMMELIENS (ÉOCÈNE SUPÉRIEUR) DE LA BELGIQUE.

R. Storms.
is.



rbis, Willughby.
érieure.

is, R. Storms.
ıre.

BELGIQUE.

Fig. 1. — **Serranus wemmeliensis**, R. Storms.

Crâne, profil.

Crâne, face supérieure.

Fig. 8. — **Eomyrus Dolloi**, R. Storms.

Fig. 9. — **Eomyrus Dolloi**, R. Storms.
Vertèbres, grossies 2 fois.

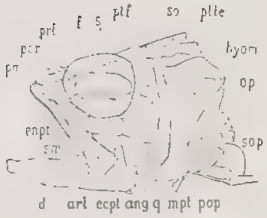


Fig. 6. — **Apogon imberbis**, Willughby.
Crâne, profil.

Fig. 2. — **Serranus wemmeliensis**, R. Storms.

Fig. 7. — **Apogon imberbis**, Willughby.
Crâne, face supérieure.

Fig. 3. — **Apogon macrolepis**, R. Storms.

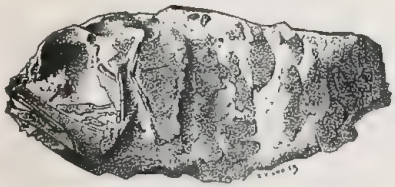
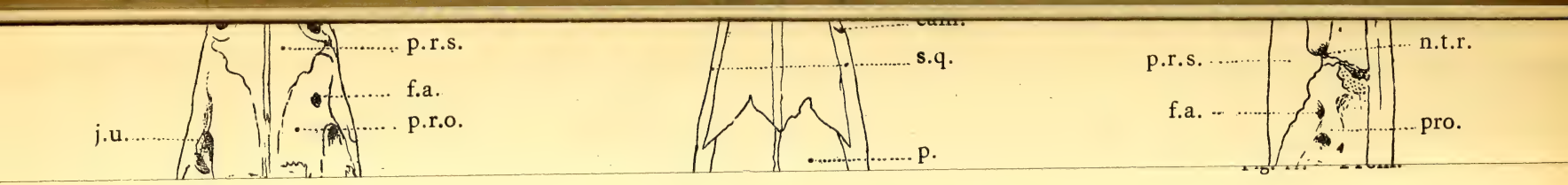


Fig. 4. — **Apogon macrolepis**, R. Storms.

Fig. 5 — **Apogon macrolepis**, R. Storms.
Crâne, face supérieure.

R. STORMS. — PREMIÈRE NOTE SUR LES POISSONS WEMMELIENS (ÉOCÈNE SUPÉRIEUR) DE LA BELGIQUE.



Crane de Myrus vulgaris, L.

R. STORMS. — PREMIÈRE NOTE SUR LES POISSONS WEMMELIENS (ÉOCÈNE SUPÉRIEUR) DE LA BELGIQUE.

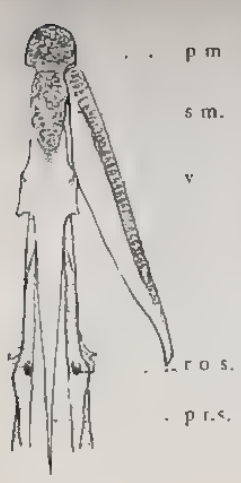


Fig. 1. — **Conger vulgaris**, Cuv.

Fig. 2. — **Anguilla vulgaris**, Turt.

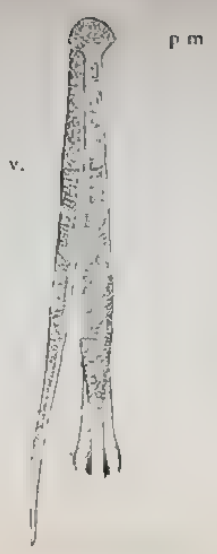


Fig. 3. — **Nettastoma melanurum**, Raf.

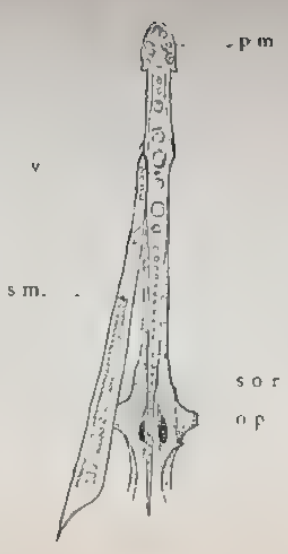


Fig. 4. — **Ophichys serpens**, L.

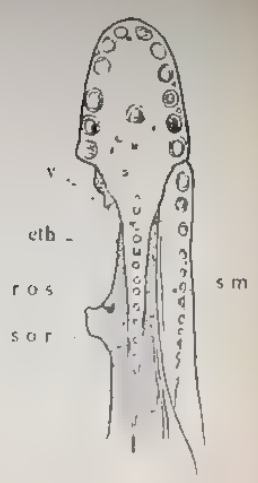


Fig. 5. — **Murænna helena**, L.

CRANES DE MURÆNIDÆ. — PARTIE ANTÉRIEURE, VUE PALATINE.

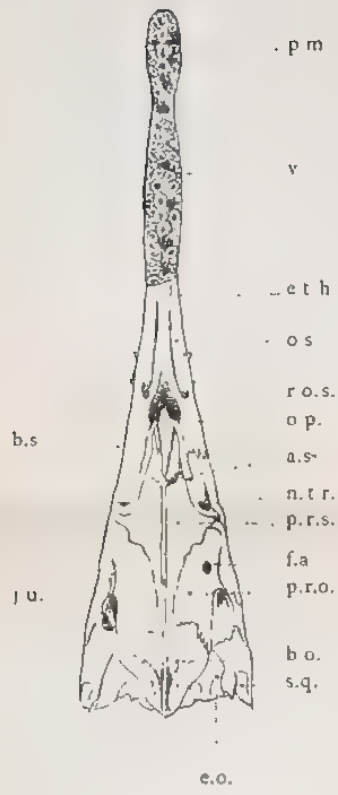


Fig. 6. — **Face palatine.**

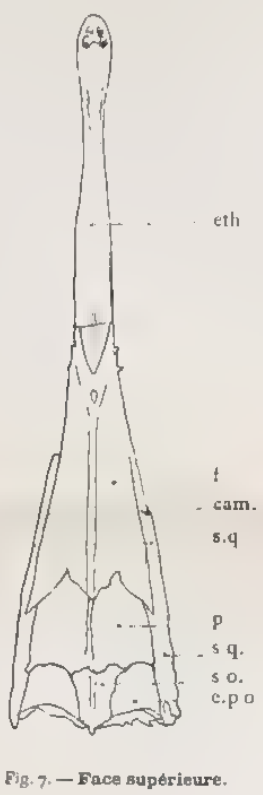


Fig. 7. — **Face supérieure.**

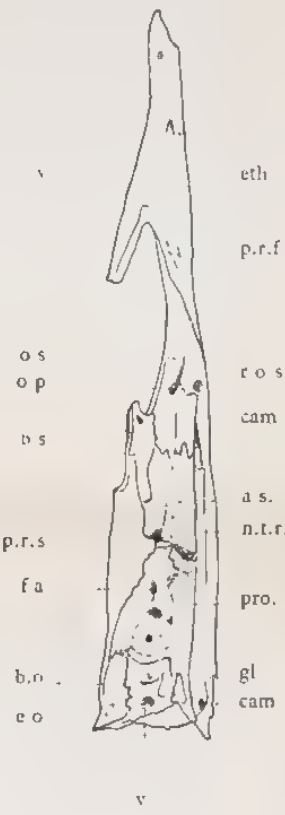


Fig. 8. — **Profil.**

CRANE DE EOMYRUS DOLLOI, R. Storms.

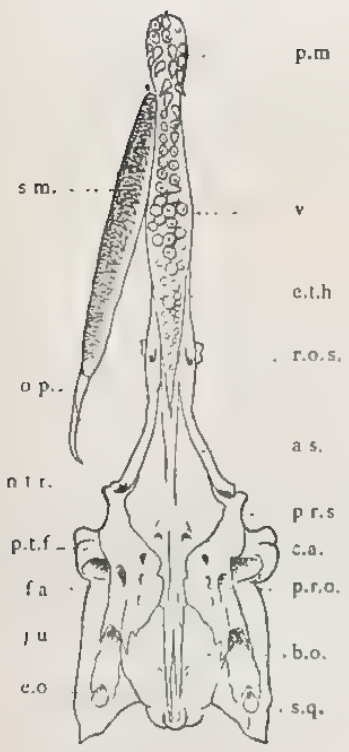


Fig. 9. — **Face palatine.**

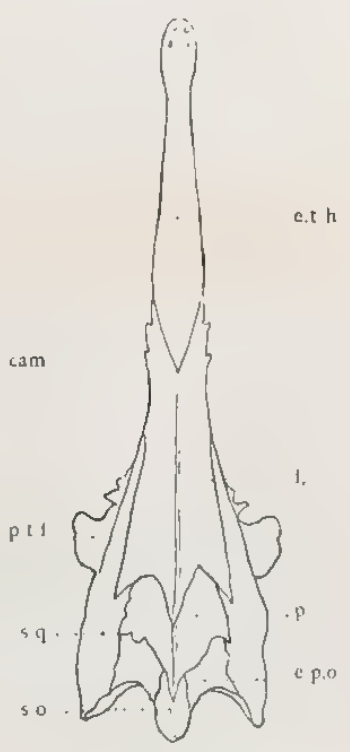


Fig. 10. — **Face supérieure.**

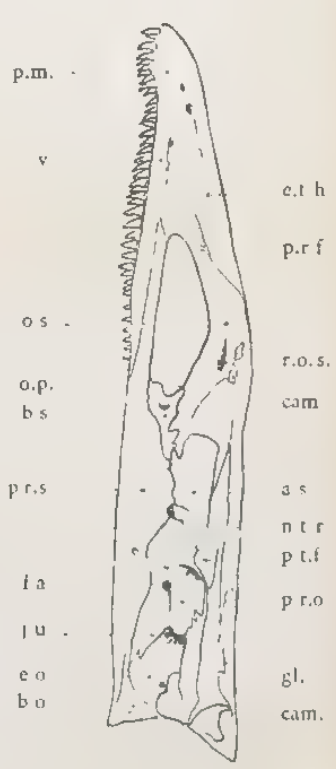


Fig. 11. — **Profil.**

CRANE DE MYRUS VULGARIS, L.

R. STORMS. — PREMIÈRE NOTE SUR LES POISSONS WEMMELIENS (ÉOCÈNE SUPÉRIEUR) DE LA BELGIQUE.

CE LATÉRAL
S FEUILLE
, AINSI QUE
DROITE).

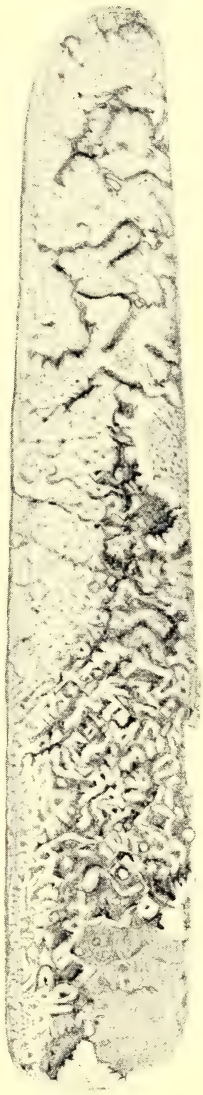


FIG. 4. — TUBE CALCAIRE DE ROSEAU. LES EXTRÉMITÉS SONT FERMÉES PAR LA COUCHE CALCAIRE EN CROISSANCE.

FIG. 5. — T
LISSE E
AUX DE

TOUTES LES FIGURES SONT DE GRANDEUR NATURELLE

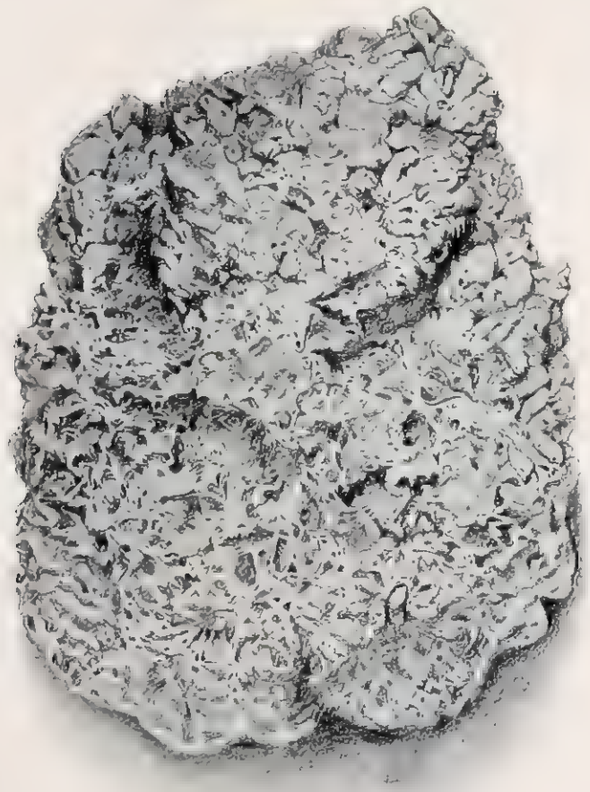


FIG. 1. — COLONIE DE BRYOZOAIRES DE LA MARE DE ROCKANJE. FACE SUPÉRIEURE. DÉPÔT SECONDAIRE DE CALCAIRE EN CHOU-FLEUR.

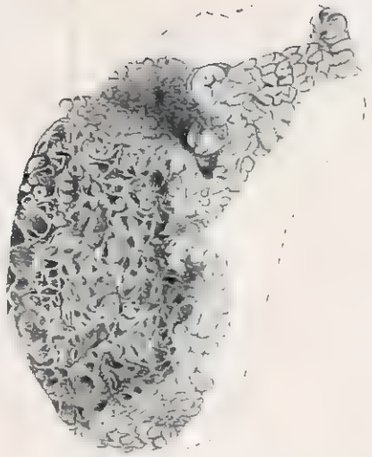


FIG. 3. — FACE LATÉRALE D'UN BLOC MONTRANT DISTINCTEMENT LES FEUILLETS DES BRYOZOAIRES (EN BAS ET A GAUCHE), AINSI QUE LA CROÛTE EN CHOU-FLEUR (EN HAUT ET A DROITE).

FIG. 4. — TUBE DE ROSEAU, LISSE ET MINCE, OUVERT AUX DEUX BOUTS.

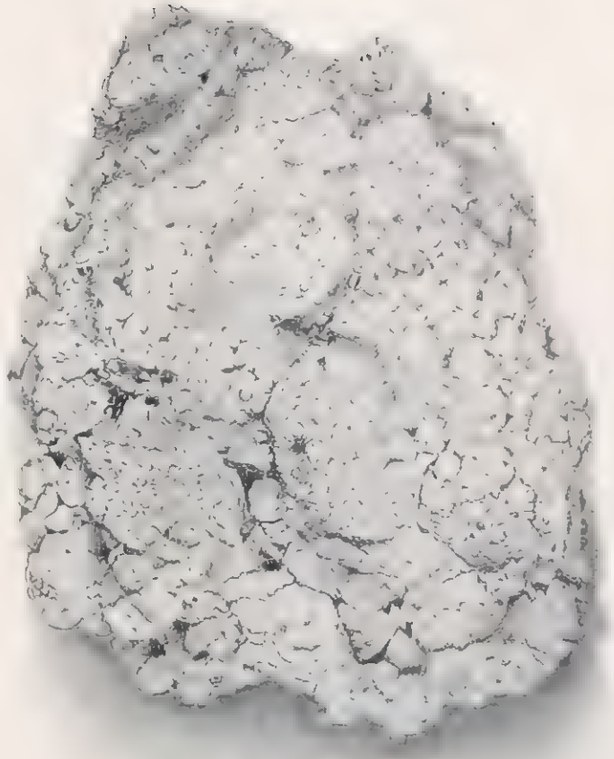


FIG. 2. — COLONIE DE BRYOZOAIRES DE LA MARE DE ROCKANJE. FACE INFÉRIEURE. LES FEUILLETS DE LA COLONIE ENCORE PLUS OU MOINS RECONNAISSABLES. VERS LE HAUT, CROÛTE EN CHOU-FLEUR.

FIG. 4. — TUBE DE ROSEAU. LES EXTRÉMITÉS SONT TERMINÉES PAR LA COUCHE CALCAIRE EN CROISSANCE.

Carte montrant la distri

Anglo-Hollandais penda

Carte montrant la distribution approximative des terres et des mers dans le Bassin Anglo-Hollandais pendant les époques successives de la période Pliocène.

Excursion de la Société Belge de Géologie

(AOUT 1896)

Cliché Stürtz

Basalte en colonnes, au Meerberg (ou Dustemich)
près de Lintz, sur le Rhin

Excursion de la Société Belge de Géologie aux Siebengebirge

(AOUT 1896)

(Clichés de M. le Docteur Gilbert)

Excursion de la Société Belge de Géologie aux Siebengebirge

AOUT 1896)

1

2

CARRIÈRE DU DATTENBERG

1. Vue générale des carrières de Basalte du Dattenberg
2. Exploitation du Basalte en [illegible] des [illegible] carrières du Dattenberg

Clichés de M. le Docteur Gilbert

3

4

CARRIÈRE DE WILLSCHEID

3. Entrée de la carrière de Basalte de Willscheid, montrant le basalte colonnaire reposant sur l'appareil volcanique de l'ancien cratère
4. Détails du contact du basalte colonnaire sur les tufs volcaniques de l'ancien cratère, montrant la formation des colonnes basaltiques normalement à la surface refroidissante

(Clichés de M. le Docteur Gilbert)

Excursion de la Société Belge de Géologie au Siebengebirge

(AOUT 1896)

Colonnes de basalte en éventail, à Minderberg, près de Lintz, sur le Rhin

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

DIXIÈME ANNÉE

TOME X

FASCICULE I

MÉMOIRES : feuilles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10.
TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS : feuilles 1 et 2
PLANCHES : I et II.

1896

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

Février 1897

56.642

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

DIXIÈME ANNÉE

TOME X

FASCICULE II-III

MÉMOIRES : feuilles 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23.
TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS : feuilles 3, 4 et 5a (10 p.)
DOCUMENTS DU DÉCENNAIRE : feuilles 1, 2 et 3.
TABLES : feuille 1 (liste des membres).
PLANCHES : III, IV, V, VI, VII et VIII.

1896

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

Février 1898

Smithsonian Institution
JUL 30 1900
National Museum

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

DIXIÈME ANNÉE

TOME X

FASCICULE IV (et dernier)

PROCÈS-VERBAUX : feuilles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16 (4 p.)
MÉMOIRES : feuilles 24, 25, 26 et 27 (12 p.)
TABLES : feuilles 2* et 3* (12 p.), TITRE et COUVERTURE du t. X.
PLANCHES : IX, X et XI.

1896

BRUXELLES
POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS
37, RUE DES URSULINES, 37

Août 1899

The Huckman Bindery, Inc.
Ft. Manchester, Ind.
JUN 1958
"Bound To Please"

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01368 3792